Buku Teks Bahan Ajar Siswa

Paket Keahlian: Budidaya Krustacea

Pengelolaan Kualitas Air







KELAS
X
SEMESTER 2

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara utuh. Keutuhan tersebut menjadi dasar dalam perumusan kompetensi dasar tiap mata pelajaran mencakup kompetensi dasar kelompok sikap, kompetensi dasar kelompok pengetahuan, dan kompetensi dasar kelompok keterampilan. Semua mata pelajaran dirancang mengikuti rumusan tersebut.

Pembelajaran kelas X dan XI jenjang Pendidikan Menengah Kejuruhan yang disajikan dalam buku ini juga tunduk pada ketentuan tersebut. Buku siswa ini diberisi materi pembelajaran yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterapilan dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak, dan sikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharuskan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serp siswa dengan ketersediaan kegiatan buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

Bidang Keahlian	**:**	**Perikanan dan Kelautan**
Program Keahlian	**:**	**Teknologi Budidaya Perairan**
Mata Pelajaran	**:**	**Pengelolaan Kualitas 2**

GLOSARIUM

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Pengelolaan kualitas air adalah ilmu yang mempelajari tentang upaya mengontrol kualitas air sehingga agar tercapai kualitas air kondisi yang diinginkan sesuai dengan peruntukannya, serta untuk menjamin agar kualitas air tetap dalam kondisi alamiahnya. Dalam kegiatan budidaya perairan, yang dimaksud dengan yang termasuk dalam pengelolaan kualitas air meliputi program kegiatan yang mengarahkan perairan budidaya pada keseimbangan ekosistem perairan dalam suatu wadah yang terbatas, agar tercipta suatu kondisi perairan yang menyerupai habitat alami biota air yang dibudidayakan, baik dari segi sifat, tingkah laku, maupun secara ekologinya.

B. Prasyarat

Untuk mempelajari buku teks bahan ajar Pengelolaan Kualitas Air 2 ini, Siswa harus sudah memahami kompetensi pada Dasar Program Keahlian mata pelajaran:

1. Dasar-dasar Kimia
2. Dasar-dasar Budidaya Ikan
3. Dasar-dasar Kesehatan Biota Air
4. Pengelolaan Kualitas Air 1

C. Petunjuk Penggunaan

Agar siswa dapat berhasil dengan baik dalam menguasai buku teks bahan ajar Pengelolaan Kualitas Air 2 ini, maka siswa diharapkan mengikuti petunjuk penggunaan bahan ajar sebagai berikut :

1. Mengikuti dan memperhatikan penjelasan Guru tentang buku teks bahan ajar yang akan dipelajari.
2. Meminta petunjuk atau menanyakan kepada Guru apabila ada hal-hal yang kurang dipahami dalam buku teks bahan ajar.
3. Melaksanakan cek penguasaan kompetensi untuk mengetahui sejauh mana kompetensi yang telah dikuasai.
4. Mempersiapkan bahan ajar utama dan pendukung yang diperlukan dalam setiap kegiatan belajar.
5. Membaca tujuan pembelajaran, sehingga mengetahui apa yang akan dicapai atau dipelajari dalam buku teks bahan ajar ini.
6. Membaca uraian materi secara baik dalam setiap kegiatan belajar.
7. Memperhatikan penjelasan atau peragaan dari Guru secara cermat.
8. Melaksanakan evaluasi sendiri dengan mengerjakan soal-soal yang terdapat dalam tes formatif
9. Mempersiapkan dan melaksanakan tugas baik yang ada dalam buku teks bahan ajar maupun yang diberikan oleh Guru dalam setiap kegiatan belajar.
10. Memeriksa kondisi alat dan bahan yang akan digunakan dalam setiap kegiatan praktik secara cermat dan seksama.
11. Melakukan praktik sesuai dengan petunjuk atau prosedur yang ada dalam buku teks bahan ajar.
12. Membersihkan dan merapikan kembali alat-alat dan bahan yang telah digunakan dalam praktik.
13. Mendiskusikan dengan rekan sekelompok terhadap hasil yang diamati atau diperoleh selama aktivitas belajar.
14. Melakukan evaluasi akhir yang meliputi pengetahuan, keterampilan dan sikap.

D. Tujuan Akhir

Setelah mempelajari buku teks bahan ajar Pengelolaan Kualitas Air 2 ini, Siswa dapat melakukan proses pengelolaan kualitas air yang meliputi :

1. Melakukan analisis kesesuaian kualitas air pada budidaya perairan.
2. Melakukan pengelolaan kualitas air pada budidaya perairan.

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

Bidang Keahlian : Perikanan dan Kelautan
Program Keahlian : Teknologi Budidaya Perairan
Mata Pelajaran : PENGELOLAAN KUALITAS AIR
Kelas : X

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Menghayati hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya sebagai bentuk kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya 1.2 Mengamalkan pengetahuan dan keterampilan pada pembelajaran pengelolaan kualitas air sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia.
2. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	2.1 Menghayati perilaku cermat, teliti dan tanggungjawab sebagai hasil implementasi dari pembelajaran pengelolaan kualitas air. 2.2 Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil implementasi dari pembelajaran pengelolaan kualitas air. 2.3 Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kualitas air media/ lingkungan budidaya ikan sebagai hasil implementasi dari pembelajaran pengelolaan kualitas air.

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
	2.4 Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab sebagai hasil implementasi dari pembelajaran pengelolaan kualitas air. 2.5 Menjalankan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi dalam mata pelajaran pengelolaan kualitas air 2.6 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan
3. Memahami dan menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Menganalisis kesesuaian kualitas air pada budidaya perairan 3.2 Menerapkan pengelolaan parameter kualitas air budidaya perairan
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung	4.1 Mengolah, menalar dan menyaji kesesuaian kualitas air pada budidaya perairan 4.2 Mengelola parameter kualitas air budidaya perairan

F. Cek Kemampuan Awal

Beri tanda "✓" pada kolom berikut ini sesuai dengan jawaban Anda!

No.	Item Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1.	Apakah Anda dapat mengidentifikasi parameter kualitas air?		
2.	Apakah Anda dapat membedakan antara air yang sesuai dan tidak sesuai untuk budidaya ikan?		
3.	Apakah Anda dapat mengidentifikasi parameter kualitas air?		
4.	Apakah Anda dapat mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air?		
5.	Apakah Anda dapat menjelaskan cara pengelolaan kualitas air?		
6.	Apakah Anda dapat menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air?		
7.	Apakah Anda dapat melakukan pengelolaan kualitas air?		

Apabila ada salah satu pertanyaan yang Anda jawab "tidak", maka Anda harus mempelajari buku teks bahan ajar Pengelolaan Kualitas Air 2 ini.

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1. Kesesuaian Kualitas Air Pada Budidaya Perairan

A. Deskripsi Materi

1. Identifikasi nilai kisaran/kriteria optimal kualitas air untuk kegiatan budidaya perairan disesuaikan pada masing-masing komoditas peliharaan
2. Peranan setiap parameter kualitas air terhadap kehidupan komoditas peliharaan
3. Pengaruh perubahan kualitas air terhadap kehidupan komoditas peliharaan
4. Interaksi antar parameter fisika, kimia dan biologi kualitas air

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

a. Siswa dapat menyajikan hasil pengamatan, mengidentifikasi dan mengkomunikasikan hasil observasinya.
b. Siswa dapat menjelaskan nilai kisaran/kriteria optimal kualitas air untuk kegiatan budidaya perairan disesuaikan pada masing-masing komoditas peliharaan.
c. Siswa dapat menjelaskan peranan setiap parameter kualitas air terhadap kehidupan komoditas peliharaan .
d. Siswa dapat menjelaskan pengaruh perubahan kualitas air terhadap kehidupan komoditas peliharaan.
e. Siswa dapat menjelaskan interaksi antar parameter fisika, kimia dan biologi kualitas air.

MENGAMATI / OBSERVASI :

Lakukan pengamatan terhadap kualitas air pada perairan kolam, sungai dan danau dengan cara :

1) Membaca uraian materi tentang parameter kualitas air (kandungan oksigen terlarut, kecerahan air, kandungan bahan kimia terlarut dan suhu air).
2) Mencari informasi tentang parameter kualitas air yang sesuai untuk budidaya perairan.
3) Mengamati suatu proses pengelolaan kualitas air untuk budidaya perairan.

2. Uraian Materi

Ikan dan udang dapat hidup normal bila lingkungan airnya mempunyai kualitas yang sesuai untuk kehidupannya. Parameter kualitas air yang tidak sesuai dapat berakibat fatal bagi kehidupan biota air pada umumnya.

Parameter kualitas air yang sangat berpengaruh dalam kehidupan ikan dan udang antara lain adalah :

a. Suhu

Suhu sangat berpengaruh pada proses metabolisme ikan. Suhu perairan yang optimal (sesuai kebutuhan ikan didaerah tropis) adalah 27 – 31^{o}C. Pada suhu perairan dibawah 25^{0}C dapat menurunkan kecepatan metabolisme ikan, sehingga ikan akan terhambat pertumbuhannya. Sedangkan bila suhu perairan di atas 35^{0}C dapat menyebabkan kematian ikan.

b. Dissolved Oxygen (DO)

DO atau kelarutan oksigen dalam air merupakan faktor kritis bagi budidaya ikan. Oksigen merupakan kebutuhan pokok bagi biota air pada umumnya. Udara di atmosfir mengandung oksigen sebanyak 20,95% dari volume udara. Sedangkan dalam air kelarutan oksigen diukur dalam mg / liter air atau berat oksigen (mg) per juta mg air (ppm).

Kelarutan oksigen tergantung pada;

1. Suhu air
2. Tekanan udara
3. Tekanan uap air

Tabel 1. Kelarutan oksigen jenuh pada air murni dengan berbagai suhu (T - °C) pada tekanan udara 760 mm Hg (1 atmosfir)

T - °C	ppm	**T - °C**	ppm	**T - °C**	Ppm
0	14,16	12	10,43	24	8,25
1	13,77	13	10,20	25	8,11
2	13,40	14	9,98	26	7,99
3	13,05	15	9,76	27	7,86
4	12,70	16	9,56	28	7,75
5	12,37	17	9,37	29	7,64
6	12,06	18	9,18	30	7,53
7	11,76	19	9,01	31	7,42
8	11,47	20	8,84	32	7,32
9	11,19	21	8,68	33	7,22
10	10,92	22	8,53	34	7,13
11	10,67	23	8,38	35	7,04

Proses oksigen masuk dalam darah ikan

Oksigen masuk ke haemoglobin diatur oleh tekanan oksigen. Pada insang tekanan oksigen dalam air lebih tinggi dibanding dalam darah, sehingga oksigen dapat masuk dalam haemoglobin darah. Dalam jaringan oksigen digunakan sangat cepat, menyebabkan tekanan oksigen dalam jaringan lebih rendah dibanding dalam darah, sehingga haemoglobin melepaskan oksigen dari darah ke dalam jaringan.

Tabel 2. Pengaruh oksigen pada ikan

Dissolved Oxygen (DO) dalam mg/liter air (ppm)	Efek Pada Ikan
< 1	Ikan cepat mati
1 – 5	Ikan dapat hidup tetapi reproduksi rendah dan pertumbuhan lambat
> 5	Pertumbuhan dan reproduksi normal

Menurut Brown (1987) peningkatan suhu 1°C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10%. Untuk mempertahankan hidupnya, maka makhluk hidup yang tinggal di air baik tanaman maupun hewan tergantung pada kadar oksigen terlarut. Oksigen berfluktuasi secara harian (diurnal) dan musiman tergantung pada pencampuran (miksin) dan prgerakan (turbulensi) massa air, aktifitas fotosintesis respirasi dan limbah (effluent) yang masuk ke badan air. Di perairan air tawar, kadar oksigen terlarut antara 15 mg/l pada suhu 0º C dan 8 mg/l pada suhu 25ºC.

Oksigen sangatlah diperlukan bagi ekosistem yang dibudidayakan. Adanya oksigen sangatlah berpengaruh pada tingkat ketahanan Ekosistem (ikan) itu sendiri untuk bisa mempertahankan hidup. Kadar oksigen terlarut dalam suatu wadah budidaya ikan sebaiknya berkisar antara 7-9 ppm. Konsentrasi oksigen terlarut ini sangat menentukan dalam aquakultur.

Kadar osigen terlarut dalam wadah budidaya ikan dapat ditentukan dengan dua cara yaitu dengan cara titrasi dan dengan menggunakan alat yang disebut dengan DO meter (dissolved oxygen).

c. pH

Derajat keasaman atau pH adalah ukuran standar perbandingan ion H^+ dan ion OH^-, bila dalam keadaan normal jumlah kedua jenis ion sama disebut netral ditunjukkan dengan pH = 7. Keadaan dimana pada air lebih banyak ion H^+, maka air dinyatakan asam (pH < 7) dan sebaliknya keadaan dimana pada air lebih banyak ion OH^-, maka air dinyatakan basa (alkali - pH > 7). Standard pH yang dibutuhkan pada sebagian besar biota air adalah 6,8 – 8,5. Apabila air menjadi asam, pH dibawah 4 maka ikan akan mengeluarkan banyak lendir yang mengganggu pernafasan, demikian pula bila pH di atas 8. Untuk itu perlu dilakukan pengukuran kualitas air secara berkala untuk menjaga kualitas air pada kondisi yang normal.

d. Alkalinitas

Untuk menjaga pH air tetap stabil pada kisaran 6,8 maka perlu suatu proses kimia yang dinyatakan dalam alkalinitas. Alkalinitas adalah kemampuan pem-bufffer-an dari ion bikarbonat, ion karbonat dan hidroksida dalam air. Ketiga ion tersebut di dalam air akan bereaksi dengan ion hidrogen sehingga dapat menurunkan keasaman atau menaikkan pH.

Alkalinitas merupakan besaran yang menunjukkan kandungan ion bikarbonat (HCO_3^-) dan karbonat ($CO_3^=$) di dalam air. Dalam perairan tawar, pada kisaran pH netral, ion bikarbonat lebih dominan, sedangkan pada perairan laut, ion karbonat lebih berperan.

Secara alami air banyak mengandung bikarbonat (HCO_3^-) yaitu;

1. Hasil ionisasi asam karbonat (H_2CO_3), bila perairan jenuh akan CO_2.
2. Selain itu CO_2 dapat bereaksi dengan bebatuan juga menghasilkan bikarbonat (HCO_3^-).

Pada air yang jenuh dengan CO_2 maka keseimbangan kimia terjadi sebagai berikut:

(a) $H_2O + CO_2 \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$

(b) $2HCO_3^- \leftrightarrow CO_2 + CO_3^= + H_2O$

(c) $CO_3^= + H_2O \leftrightarrow HCO_3^- + OH^-$

Pada air yang mengandung zat kapur ($CaCO_3$) maka keseimbangan kimia terjadi sebagai berikut:

(a) $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \leftrightarrow Ca^{++} + 2\,HCO_3^-$

(b) $2HCO_3^- \leftrightarrow CO_2 + CO_3^= + H_2O$

(c) $Ca{+}{+} + CO_3^= \leftrightarrow CaCO_3$

Alkalinitas umumnya dinyatakan dalam satuan ppm (mg/l) kalsium karbonat ($CaCO_3$). Menurut Effendi (2000), nilai alkalinitas berkaitan dengan jenis perairan. Jika perairan dengan nilai alkalinitas kurang dari 40 mg/liter $CaCO_3$ disebut sebagai perairan lunak (soft water). Sedangkan perairan yang alkalinitasnya lebih dari 40 mg/liter $CaCO_3$ disebut dengan perairan keras (hard water). Perairan dengan nilai alkalinitas yang tinggi lebih produktif daripada perairan dengan nilai alkalinitas yang rendah. Menurut Schimittou (1991) perairan dengan alkalinitas yang rendah. Pada umumnya lingkungan yang baik bagi kehidupan ikan adalah dengan nilai alkalinitas di atas 20 ppm.

Perairan mempunyai kemampuan untuk menjaga kestabilan pH sampai batas tertentu yaitu dapat bertahan terhadap berbagai perubahan pH.

Mekanisme pertahanan pH terhadap berbagai perubahan pH dikenal dengan istilah kapasitas pem-buffer-an pH.

Pertahanan pH air terhadap perubahan dilakukan melalui alkalinitas dengan proses sbb:

$CO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3 \leftrightarrow H^+ + HCO_3^- \leftrightarrow CO_3^= + 2H^+$

$CO_3^=$ (ion karbonat) pada keseimbangan kimia di atas, maka dinyatakan sebagai alkalinitas air. Sedangkan H^+ (ion H) merupakan sumber keasaman. Proses keseimbangan di atas merupakan reaksi bolak-balik, artinya reaksi dapat berjalan ke arah kanan (menghasilkan H^+) atau ke arah kiri (menghasilkan CO_2).

Oleh karena itu, apabila masuk dalam perairan tersebut asam (ion H^+), maka H+ tersebut akan segera diikat oleh ion $CO_3^=$ dan reaksi bergerak kekiri menghasilkan CO_2, (CO_2 lepas ke udara). Pada saat asam baru ditambahkan, pH akan terukur rendah, tapi setelah beberapa waktu kemudian, ketika reaksi mulai bergerak ke kiri, pH akan kembali bergerak ke angka semula.

Dengan demikian bila akan menghendaki penurunan pH pada perairan yang mengandung kapur tinggi, tidak akan efektif kalau hanya dilakukan dengan penambahan asam saja.

Bila hanya dengan penambahan asam saja maka jumlah yang diberikan harus dalam jumlah lebih banyak yaitu untuk mengatasi alkalinitasnya terlebih dahulu, seperti ditunjukkan pada reaksi di atas. Oleh karena itu perlu menurunkan alkalinitas dahulu dengan mendidihkan air atau dengan melalukan air pada gambut. Sedangkan untuk menaikkan alkalinitas dengan menambahkan kalsium karbonat ($CaCO_3$).

e. Kesadahan

Pengaruh kalsium karbonat ($CaCO_3$) dalam air dapat pula dinyatakan sebagai kesadahan yaitu kemampuan air untuk membentuk busa apabila dicampur dengan detergen (sabun). Pada air yang mempunyai kesadahan rendah akan mudah membentuk busa apabila dicampur dengan sabun. Sedangkan pada air yang mempunyai kesadahan tinggi tidak akan terbentuk busa. Kesadahan sangat penting bagi kehidupan ikan. Tidak semua ikan dapat hidup pada nilai kesadahan yang sama. Dengan kata lain, setiap jenis ikan memerlukan nilai kesadahan pada kisaran tertentu untuk hidupnya. Disamping itu, kesadahan juga merupakan petunjuk yang penting dalam hubungannya dengan usaha untuk mengubah nilai pH.

Kesadahan merupakan ukuran yang menunjukkan jumlah ion kalsium (Ca_2^+) dan ion magnesium (Mg_2^+) dalam air. Ion-ion lain sebenarnya ikut pula mempengaruhi nilai kesadahan, akan tetapi pengaruhnya diketahui sangat kecil dan relatif sulit diukur sehingga diabaikan.

Kesadahan pada umumnya dinyatakan dalam satuan ppm (part per million atau satu persejuta bagian) kalsium karbonat ($CaCO_3$), tingkat kekerasan (dH) atau dengan menggunakan konsentrasi molar $CaCO_3$. Satu satuan kesadahan Jerman atau dH sama dengan 10 mg CaO (kalsium oksida) per liter air (10 ppm). Di Amerika, kesadahan pada umumnya menggunakan satuan ppm $CaCO_3$, dengan demikian satu satuan Jerman (dH) dapat diekspresikan sebagai 17,8 ppm $CaCO_3$. Sedangkan satuan konsentrasi molar dari 1 mili ekuivalen = 2,8 dH = 50 ppm. Perlu diperhatikan bahwa kebanyakan teskit pengukur kesadahan menggunakan satuan $CaCO_3$.

Berikut adalah kriteria kisaran kesadahan yang biasa dipakai:

- 0 - 4 dH, atau 0 - 70 ppm $CaCO_3$: sangat rendah (sangat lunak)
- 4 - 8 dH, atau 70 - 140 ppm $CaCO_3$: rendah (lunak)
- 8 - 12 dH, atau 140 - 210 ppm $CaCO_3$: sedang

- 12 - 18 dH, atau 210 - 320 ppm $CaCO_3$: agak tinggi (agak keras)
- 18 - 30 dH, aau 320 - 530 ppm $CaCO_3$: tinggi (keras)

Ketidaksesuaian kesadahan akan mempengaruhi antara lain; transfer hara (zat nutrisi), hasil sekresi melalui membrane, kesuburan, fungsi organ dalam (seperti ginjal, peredaran darah dan lain-lain) dan pertumbuhan.

Setiap jenis ikan memerlukan kisaran kesadahan tertentu untuk hidupnya. Pada umumnya hampir semua jenis ikan dan tanaman dapat beradaptasi dengan kondisi kesadahan yang ada. Akan tetapi pada proses pemijahan dapat gagal apabila dilakukan pada nilai kesadahan yang tidak tepat.

f. Ammonia

Ammonia dalam air dapat berasal dari pemupukan, eksresi hewan dan hasil perombakan komponen nitrogen oleh mikroba.

Beberapa jenis tanaman dapat menyerap ammonia. Bakteri pengurai (nitrobacter) dapat mengoksidasi ammonia menjadi nitrat. Oleh karena itu ammonia dapat menurun konsentrasinya dengan berbagai cara. Akan tetapi dengan kepadatan ikan yang tinggi dikolam dan pemberian makanan buatan dapat meningkatkan konsentrasi ammonia.

Ammonia sangat beracun bila dalam bentuk NH_3, sedangkan yang sudah terionisai menjadi NH_4^+ relatif tidak beracun.

$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$

Pengaruh Ammonia Pada Perairan adalah :

a. Hasil keseimbangan antara ammonia (NH_3) dan ammonium (NH_4^+) adalah total ammonia nitrogen.

b. Keseimbangan total ammonia nitrogen adalah ammonia (NH_3) akan bertambah konsentrasinya bila pH dan temperatur~~e~~ nya tinggi. Efek yang paling tinggi adalah pengaruh pH dibandingkan pengaruh temperature. Sebagai contoh, pada air yang mempunyai pH 6,8 dan suhu 26° C , 2 mg/l total ammonia nitrogen mengandung ammonia (NH_3) 2 mg/l x 0,006 = 0,12 mg/l, sedangkan pada suhu dan air yang sama tetapi dengan pH 9 akan mengandung ammonia (NH_3) 2 mg/l x 0,4123 = 0,823 mg/l. Oleh karena itu dengan kenaikan pH akan menyebabkan kenaikan ammonia (NH_3).
c. Sifat ammonia (NH_3) pada ikan adalah dapat meningkatkan konsumsi oksigen dalam jaringan, merusak insang dan mengurangi kemampuan darah untuk mentranportasi oksigen.
d. Konsentrasi ammonia yang dapat membunuh ikan dalam waktu singkat adalah 0,6 – 3,1 mg/l NH_3-N untuk semua ikan.
e. Daya racun ammonia akan meningkat bila oksigen turun. Konsentrasi kalsium (Ca) yang tinggi dapat menurunkan daya racun ammonia.
f. Pertumbuhan ikan terhambat bila terjadi akumulasi ammonia pada media pemeliharaan, bahkan dapat menyebabkan keracunan pada ikan.

Proses biologi amonia menjadi nitrat yaitu nitrification adalah sebagai berikut;

$$NH_3 \xrightarrow[\text{Nitrosomonas}]{1\frac{1}{2}\ O2} NO2^- \xrightarrow[\text{Nitrobacter}]{1\frac{1}{2}\ O2} NO_3^-$$

Suatu total amoniak 5 ppm pada pH 9 dan suhu 20 ^oC , maka konsentrasi amoniak un-ionized adalah (5 ppm total amoniak) x 28.5% = 1.43 ppm.

Tabel 3. Persen dari total amoniak (ppm) yang un-ionized pada berbagai temperatur dan pH.

pH	12 °C	17 °C	20 °C	24 °C	28 °C	32 °C
7.0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	1.0
7.4	0.5	0.7	1.0	1.3	1.7	2.4
7.8	1.4	1.8	2.5	3.2	4.2	5.7
8.2	3.3	4.5	5.9	7.7	11.0	13.2
8.6	7.9	10.6	13.7	17.3	21.8	27.7
9.0	17.8	22.9	28.5	34.4	41.2	49.0
9.2	35.2	42.7	50.0	56.9	63.8	70.8
9.6	57.7	65.2	71.5	76.8	81.6	85.9
10.0	68.4	74.8	79.9	84.0	87.5	90.6

Efek dari Amoniak Tinggi adalah:

1. Terjadinya kerusakan Insang
2. Laju pertumbuhan menurun
3. Mudah terkena penyakit
4. Kenaikan ph darah
5. Kerusakan jaringan dan organ bagian internal
6. Osmoregulation lemah
7. Kematian.

Penyebab Amoniak Tinggi:

1. Pemberian pakan yang berlebih
2. Pembusukan dari zat organik oleh bakteri.

Cara penanggulangan

1. Mengurangi jumlah pakan
2. Pergantian air
3. Mengurangi kepadatan ikan
4. Pemberian aerasi
5. Menurunkan pH kolam

g. Nitrit (NO_2^-) dan Nitrat (NO_3^-)

Nitrit mempunyai sifat racun bagi ikan. Pada darah yang banyak mengandung nitrit akan bereaksi dengan haemoglobin membentuk methemoglobin sebagai penyakit darah coklat.

Nitrit terbentuk dari hasil reduksi nitrat oleh bakteri anaerob pada dasar perairan. Di perairan nitrit dapat bersifat racun bila konsentrasi lebih dari 5 mg/l NO_2^- - N.

Untuk mengatasi tingkat keracunan nitrit dapat ditambahkan kalsium dan klorida pada perairan tersebut.

Proses terjadinya senyawa nitrogen di perairan adalah sebagai berikut :

Pada atmosfir $N_2 + 3\ H_2 \rightarrow 2\ NH_3$

Pada perairan $NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4+ + OH^-$

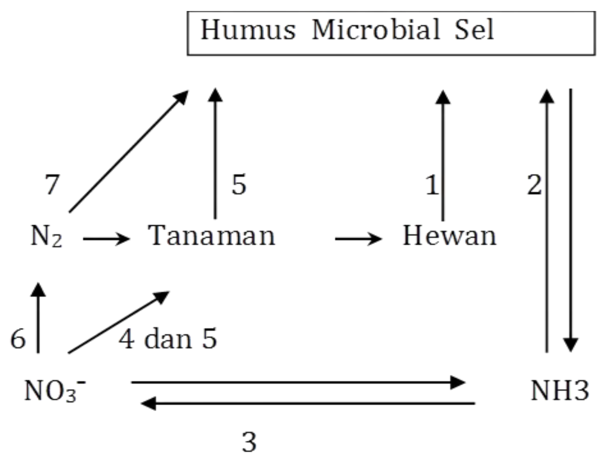
$4\ NH_4+ + 3\ O_2 \rightarrow 2\ NO_2^- + 4\ H+ + 2\ H_2O$

$2\ NO_2^- + O_2 \rightarrow 2\ NO_3^-$

$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$

$NH_4NO_3 + O_2 \rightarrow 2\ NO_3^- + 2\ H+ + H_2O$

Siklus nitrogen di perairan adalah sebagai berikut:



Keterangan;

1- Ammonification (pembentukan ammonia)

2- Mineralization (proses mineralisasi)

3- Nitrification (pembentukan nitrat)

4- Reduksi nitrat

5- Pengendapan

6- Denitrification (pemecahan nitrat)

7- Fiksasi N_2

Amoniak dapat diturunkan konsentrasinya dengan cara :

1. Meningkatkan aerator.
2. Menghentikan pemberian pakan atau mengurangi jumlah pakan yang diberikan.
3. Memeriksa keseimbangan mikrobiologi.
4. Bila amoniak meningkat 0.1 ppm, melakukan pergantian 10% dan bila amoniak menjadi 1.0 ppm, melakukan pergantian air 25%. Jangan menggunakan air yang mengandung klorin.
5. Memindahkan ikan bila amoniak > 2,5 ppm.
6. Mengulangi pemeriksaan setiap 12 – 24 jam
7. Menurunkan pH, tetapi tidak sampai dibawah 6

h. Hidrogen Sulfida (H_2S)

H2S sangat beracun bagi biota air. Dibawah kondisi anaerob heterotropic bacteria dapat memanfaatkan sulfat ($SO_4^{=}$) dan mengeksresikan dalam bentuk sulfida ($S^{=}$).

$SO_4^{=} + 8 H^+ \rightarrow S^{=} + 4 H_2O$ (heterotropic bacteria)

$H_2S \rightarrow HS^- + H^+$

$HS^- \rightarrow S^{=} + H^+$

Untuk perkembangan penetasan telur dan perkembangan larva konsentrasi hydrogen sulfida (H_2S) harus kurang dari 0,019 ppm. Juvenile tidak melebihi 0,045 ppm H_2S, sedangkan yang sudah dewasa tidak melebihi 0,048 ppm H_2S.

i. Plankton

Kelimpahan plankton yang terdiri dari phytoplankton dan zooplankton sangat diperlukan untuk mengetahui kesuburan suatu perairan yang akan dipergunakan dalam kegiatan budidaya. Plankton sebagai organisme perairan tingkat rendah yang melayang-layang di air dalam waktu yang relatif lama mengikuti pergerakan air. Plankton pada umumnya sangat peka terhadap perubahan lingkungan hidupnya (suhu, pH, salinitas, gerakan air, cahaya matahari dll) baik untuk mempercepat perkembangan atau yang mematikan.

Berdasarkan ukurannya, plankton dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Macroplankton (masih dapat dilihat dengan mata telanjang/ biasa/tanpa pertolongan mikroskop).
2. Netplankton atau mesoplankton (yang masih dapat disaring oleh plankton net yang mata netnya 0,03 - 0,04 mm).

3. Nannoplankton atau microplankton (dapat lolos dengan plankton net di atas).

Berdasarkan tempat hidupnya dan daerah penyebarannya, plankton dapat merupakan :

1. Limnoplankton (plankton air tawar/danau).
2. Haliplankton (hidup dalam air asin)
3. Hypalmyroplankton (khusus hidup di air payau)
4. Heleoplankton (khusus hidup dalam kolam-kolam)
5. Petamoplankton atau rheoplankton (hidup dalam air mengalir, sungai).

j. Salinitas

Salinitas air adalah konsentrasi dari total ion yang terdapat didalam perairan. Pengertian salinitas air yang sangat mudah dipahami adalah jumlah kadar garam yang terdapat pada suatu perairan. Hal ini dikarenakan salinitas air ini merupakan gambaran tentang padatan total didalam air setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida digantikan oleh chlorida dan semua bahan organik telah dioksidasi.Pengertian salinitas air yang lainnya adalah jumlah segala macam garam yang terdapat dalam 1000 gr air contoh. Garam-garam yang ada di air payau atau air laut pada umumnya adalah Na, Cl, NaCl, $MgSO_4$ yang menyebabkan rasa pahit pada air laut, KNO_3 dan lain-lain.

Salinitas air dapat dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat yang disebut dengan refraktometer atau salinometer (Alat Pengukur Salinitas Air). Satuan untuk pengukuran salinitas air adalah satuan gram per kilogram (ppt) atau promil (°/oo). Nilai salinitas air untuk perairan tawar biasanya berkisar antara 0–5 ppt (Salinitas air Tawar), perairan payau biasanya berkisar antara 6–29 ppt (Salinitas air Payau) dan perairan laut berkisar antara 30–35 ppt. (Salinitas air Laut).

MENANYA :

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah Anda lakukan, dan untuk meningkatkan pemahaman Anda tentang analisis kesesuaian kualitas air untuk budidaya perairan, buatlah minimal 2 pertanyaan dan lakukan diskusi kelompok tentang :

1) Parameter kualitas air yang perlu diamati agar sesuaian untuk budidaya perairan.
2) Parameter kualitas air apa saja yang mempengaruhi kesesuaian kualitas air untuk budidaya perairan

MENGUMPULKAN INFORMASI / MENCOBA :

Cari informasi dari berbagai sumber (internet, modul, buku – buku referensi, serta sumber – sumber lain yang relevan) tentang kesesuaian kualitas air untuk budidaya perairan!

LEMBAR KERJA 1

Judul	:	Melakukan pengamatan pengaruh suhu air terhadap perilaku makan ikan pada perairan kolam.
Tujuan	:	Siswa dapat menganalisis pengaruh suhu air terhadap perilaku makan ikan pada perairan kolam.
Waktu	:	3 JP @ 45 menit
Keselamatan kerja	:	• Kenakan perlengkapan K3 (*Wear pack, sepatu boot*) • Hati-hati dalam menggunakan bahan kimia dan peralatan yang dapat menimbulkan bahaya.
Alat dan bahan	:	
Alat	:	• Termometer • Kolam
Bahan	:	• Air bersih • Pakan Ikan • Ikan
Langkah Kerja	:	

1. Siapkan peralatan dan bahan!
2. Siapkan kolam pemeliharaan ikan!
3. Berikan pakan pada kolam ikan pada jam 6:00, 10:00, 13:00 dan 17:00!
4. Amati perlaku ikan terhadap pakan diberikan!
5. Catat bagaimana perilaku ikan terhadap pakan yang diberikan !
6. Ukur suhu air dengan thermometer pada saat pemberian pakan dengan cara memasukan thermometer kedalam air kolam selama 5 menit!
7. Catat suhu yang ditunjukkan pada termometer!
8. Bersihkan alat-alat praktek dan simpan kembali pada tempatnya!

LEMBAR KERJA 2

Judul	:	Melakukan pengamatan pengaruh pH air terhadap perilaku makan ikan pada pemeliharaan ikan di akuarium.
Tujuan	:	Siswa dapat menganalisis pengaruh pH air terhadap perilaku makan ikan.
Waktu	:	3 JP @ 45 menit
Keselamatan kerja	:	• Kenakan perlengkapan K3 (*Wear pack, sepatu boot*) • Hati-hati dalam menggunakan bahan kimia dan peralatan yang dapat menimbulkan bahaya.
Alat dan bahan	:	
Alat	:	• pH Meter • 3 buah Akuarium 70x60x40 cm • Aerator • Label
Bahan	:	• Air bersih • 15 ekor Ikan mas ukuran 5 cm/ekor • Pakan Ikan • Asam cuka 5% • Kapur ($Ca(OH)_2$)
Langkah Kerja	:	

1. Siapkan peralatan dan bahan!
2. Isilah masing-masing akuarium dengan air dan pasangkanlah aerator!
3. Beri label akuarium 1, 2 dan 3!
4. Masukkan ikan pada masing-masing akuarium tersebut sebanyak 5 ekor dan biarkan tidak diberi makan selama 1 hari!
5. Ukurlah pH air pada masing-masing akuarium !
6. Pada akuarium 2 berikan asam cuka sebanyak 200 cc!
7. Pada akuarium 3 berikan kapur sebanyak 100 gram!
8. Berikan pakan ke masing-masing akuarium!
9. Amati perlaku ikan terhadap pakan yang diberikan!
10. Ukur kembali pH pada masing-masing akuarium!
11. Catat semua pengamatan!

LEMBAR KERJA 3

Judul : Kandungan oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) yang dibutuhkan ikan.

Tujuan : Siswa dapat menentukan kandungan oksigen yang terlarut sesuai kebutuhan ikan.

Waktu 2 x 45 Menit

Alat dan Bahan :

- DO Meter
- Akuarium 70x60x40 cm
- Ikan ukuran 100 gram sebanyak 5ekor
- Air bersih
- Aerator
- Termometer

Keselamatan kerja :

- Kenakan perlengkapan K3 (*Wear pack, sepatu boot,* masker, sarung tangan).
- Hati-hati dalam menggunakan bahan kimia dan peralatan yang dapat menimbulkan bahaya.

Langkah kerja :

1. Siapkan alat dan bahan
2. Isikan akuarium dengan air bersih dan pasanglah aerator!
3. Masukkan ikan kedalam akuarium tersebut!
4. Ukurlah suhu dengan thermometer catat hasil pengukuran !
5. Ukurlah kandungan oksigen terlarut dengan alat DO meter!
6. Amati perilaku ikan didalam akuarium!
7. Lepaskan pipa aerator, biarkan akuarium tanpa diberikan aerasi !
8. Amati perilaku ikan setiap jam!
9. Ukurlah kandungan oksigen setiap jam!
10. Catat semua hasil pengamatan!

MENGOLAH INFORMASI / MENGASOSIASI :

Berdasarkan teori dari beberapa referensi yang Anda baca, hasil informasi yang telah Anda peroleh, hasil pengamatan langsung, dan hasil pengamatan dilapang, lakukan analisis atau buatlah suatu kesimpulan tentang :

1) Parameter kualitas air yang sesuai untuk budidaya perairan!
2) Perbedaan antara teori dengan praktek/lapangan parameter kualitas air yang sesuai untuk budidaya perairan!

MENGKOMUNIKASIKAN :

Berdasarkan hasil pengamatan, pengumpulan informasi dan identifikasi serta asosiasi terhadap kesesuaian kualitas air untuk budidaya perairan yang telah Anda lakukan :

1) Buatlah laporan tertulis secara individu!
2) Buatlah bahan presentasi dan presentasikan di depan kelas secara kelompok!

3. Refleksi

Setelah Anda mempelajari kesesuaian kualitas air untuk budidaya, harap jawab pertanyaan-pertanyaan berikut ini :

a.	Pertanyaan : Hal-hal apa saja yang dapat Anda lakukan terkait dengan materi kesesuaian parameter kualitas air untuk budidaya perairan?

	Jawaban :
b.	Pertanyaan : Pengalaman baru apa yang Anda peroleh dari materi kesesuaian parameter kualitas air untuk budidaya perairan?
	Jawaban :
c.	Pertanyaan : Manfaat apa saja yang Anda peroleh dari materi kesesuaian parameter kualitas air untuk budidaya perairan?
	Jawaban :
d.	Pertanyaan: Aspek menarik apa saja yang Anda temukan dalam materi kesesuaian parameter kualitas air untuk budidaya perairan?
	Jawaban:

4. Tugas

Berdasarkan teori dari beberapa referensi yang Anda baca, hasil informasi yang telah Anda peroleh, hasil pengamatan langsung, dan hasil praktek kesesuaian parameter kualitas air untuk budidaya perairan, maka :

1) Kemaslah data yang telah Anda peroleh tentang kesesuaian parameter kualitas air untuk budidaya perairan!
2) Buatlah suatu perencanaan pengamtan parameter kualitas air pada perairan umum seperti danau sungai dan rawa sesuai dengan prosedur!

5. Tes Formatif

Kerjakan soal-soal berikut ini dengan jawaban singkat, jelas, dan benar!

a. Jelaskan pengaruh suhu terhadap kehidupan telur dan benih ikan! (Skor : 10)

b. Jelaskan 3 parameter kualitas yang sangat mempengaruhi kehidupan ikan! (Skor : 10)

c. Jelaskan 5 kriteria parameter kualitas agar ikan dapat hidup normal! (Skor : 10)

d. Jelaskan pengaruh alkalinitas terdapat kestabilan pH air! (Skor : 10)

e. Jelaskan jenis kapur yang digunakan untuk alkalinitas! (Skor : 10)

f. Jelaskan mengapa pH perlu distabikan! (Skor : 15)

g. Jelaskan munculnya kandungan amoniak pada perairan! (Skor : 15)

h. Jelaskan apa saja yang mempengaruhi kandungan oksigen terlarut dalam air! (Skor : 20)

C. Penilaian

1. Sikap

a. Sikap spiritual

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap spiritual peserta didik. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap spiritual yang ditampilkan oleh peserta didik.

No.	Aspek Pengamatan	skor			
		1	2	3	4
1	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu				
2	Mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan				
3	Memberi salam sebelum dan sesudah menyampaikan pendapat/presentasi				
4	Mengungkapakan kekaguman secara lisan maupun tulisan terhadap Tuhan saat melihat kebesaran Tuhan				
5	Merasakan keberadaan dan kebesaran Tuhan saat mempelajari ilmu pengetahuan				
Aspek Pengamatan					

Keterangan :

4 : selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 : sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang - kadang tidak melakukan

2 : kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 : tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

b. Lembar Penilaian Diri (sikap jujur)

Petunjuk :

1) Bacalah pernyataan yang ada di dalam kolom dengan teliti
2) Berilah tanda cek (√) sesuai dengan sesuai dengan kondisi dan keadaan Anda sehari-hari, dengan kriteria :

SL : Selalu , apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

SR : Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

KD : kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

TP : tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

No.	Pernyataan	TP	KD	SR	SL
1	Saya tidak menyontek pada saat mengerjakan ulangan				
2	Saya menyalin karya orang lain dengan menyebutkan sumbernya pada saat mengerjakan tugas				
3	Saya melaporkan kepada yang berwenang jika menemukan barang				
4	Saya berani mengakui kesalahan yang saya dilakukan				
5	Saya mengerjakan soal ujian tanpa melihat jawaban teman yang lain				

c. Lembar penilaian diri antar peserta didik (sikap disiplin)

Petunjuk :

Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap tanggung jawab yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 : selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 : sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang - kadang tidak melakukan

2 : kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 : tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

No.	Aspek Pengamatan	skor			
		1	2	3	4
1	Masuk kelas tepat waktu				
2	Mengumpulkan tugas tepat waktu				
3	Memakai seragam sesuai tata tertib				
4	Mengerjakan tugas yang diberikan				
5	Tertib dalam mengikuti pembelajaran				
Aspek Pengamatan					

2. Pengetahuan

Kerjakan soal-soal berikut ini dengan jawaban singkat, jelas, dan benar!

1) Jelaskan pengaruh suhu terhadap kehidupan telur dan benih ikan! (Skor : 10)
2) Jelaskan 3 parameter kualitas yang sangat mempengaruhi kehidupan ikan! (Skor : 10)
3) Jelaskan 5 kriteria parameter kualitas agar ikan dapat hidup normal! (Skor : 10)
4) Jelaskan pengaruh alkalinitas terdapat kestabilan pH air! (Skor : 10)
5) Jelaskan jenis kapur yang digunakan untuk alkalinitas! (Skor : 10)
6) Jelaskan mengapa pH perlu distabikan! (Skor : 15)
7) Jelaskan munculnya kandungan amoniak pada perairan! (Skor : 15)
8) Jelaskan apa saja yang mempengaruhi kandungan oksigen terlarut dalam air! (Skor : 20)

3. Keterampilan

a. Lakukan pengukuran parameter kualitas air pada kolam penetasan ikan.
   1) Suhu air
   2) pH air
   3) Kandungan oksigen terlarut
b. Lakukan pengukuran parameter kualitas air pada kolam pendederan dan pembesaran ikan.
   1) Suhu air
   2) pH air
   3) Kandungan oksigen terlarut

Kegiatan Pembelajaran 2. Pengelolaan Parameter Kualitas Air Budidaya Perairan

A. Deskripsi

Materi ini membahas tentang pengelolaan kualitas air, yang meliputi pengelolaan parameter fisika kualitas air, pengelolaan parameter kimia kualitas air, pengelolaan parameter biologi kualitas air, perbaikan mutu kualitas air (pengapuran, pemupukan, filtrasi, sistem resirkulasi, double bottom, pemakaian probiotik dan lain-lain)

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

a. Siswa dapat menyajikan hasil pengamatan, mengidentifikasi dan mengkomunikasi -kan hasil observasinya.
b. Siswa dapat menjelaskan prinsip pengelolaan parameter fisika kualitas air.
c. Siswa dapat menjelaskan prinsip pengelolaan parameter kimia kualitas air.
d. Siswa dapat menjelaskan prinsip pengelolaan parameter biologi kualitas air.
e. Siswa dapat melakukan perbaikan mutu kualitas air (pengapuran, pemupukan, filtrasi, sistem resirkulasi, double bottom, pemakaian probiotik dan lain-lain).

MENGAMATI / OBSERVASI :

Lakukan pengamatan terhadap pengelolaan parameter kualitas air budidaya perairan dengan cara :

1) Membaca uraian materi tentang pengelolaan parameter kualitas air budidaya perairan, meliputi ; pengelolaan parameter fisika kualitas air, pengelolaan parameter kimia kualitas air, pengelolaan parameter biologi kualitas air dan perbaikan mutu kualitas air (pengapuran, pemupukan, filtrasi, sistem resirkulasi, double bottom, pemakaian probiotik dan lain-lain).
2) Mencari informasi tentang pengelolaan parameter kualitas air budidaya perairan.
3) Mengamati suatu proses pengelolaan parameter kualitas air budidaya perairan.

2. Uraian Materi

a. Pengelolaan Parameter Fisika Kualitas Air

Parameter fisika kualitas air antara lain adalah suhu, kecerahan dan warna air.

1) Suhu

Lingkungan hidup organisme air relatif tidak begitu banyak mengalami fluktuasi suhu dibandingkan dengan udara, hal ini disebabkan panas jenis air lebih tinggi daripada udara. Artinya untuk naik 1^{o}C, setiap satuan volume air memerlukan sejumlah panas yang lebih banyak dari pada udara. Pada perairan dangkal akan menunjukan fluktuasi suhu air

yang lebih besar daripada perairan yang dalam. Sedangkan organisme memerlukan suhu yang stabil atau fluktuasi suhu yang rendah. Agar suhu air suatu perairan berfluktuasi rendah maka perlu adanya penyebaran suhu.

Hal tersebut tercapai secara sifat alam antara lain :

1. Penyerapan (Absorpsi) panas matahari pada bagian permukaan air.
2. Angin, sebagai penggerak pemindahan massa air.
3. Aliran vertikal dari air itu sendiri, terjadi bila disuatu perairan terdapat lapisan air yang bersuhu rendah akan turun mendesak lapisan air yang bersuhu tinggi naik ke permukaan perairan.

Suhu air yang ideal bagi biota air yang dibudidayakan sebaiknya adalah tidak terjadi perbedaan suhu yang sangat mencolok antara siang dan malam (tidak lebih dari 5^{o}C). Pada perairan yang tergenang yang mempunyai kedalaman minimal 1,5 meter biasanya akan terjadi pelapisan (stratifikasi) suhu. Pelapisan ini terjadi karena suhu permukaan air lebih tinggi dibanding dengan suhu air dibagian bawahnya. Strasifikasi suhu terjadi karena masuknya panas dari cahaya matahari kedalam kolam air yang mengakibatkan terjadinya gradien suhu yang vertikal. Pada kolam yang kedalaman airnya kurang dari dua meter biasanya terjadi strasifikasi suhu yang tidak stabil. Oleh karena itu bagi para pembudidaya ikan yang melakukan kegiatan budidaya ikan kedalaman air tidak boleh lebih dari 2 meter. Selain itu untuk memecah stratifikasi suhu pada wadah budidaya ikan perlu diperhatikan dan harus menggunakan alat bantu untuk pengukurannya.

2) Kecerahan

Kecerahan air merupakan pengukuran daya tembus cahaya sinar matahari kedalam air. Pengukuran kecerahan air dapat dilakukan dengan menggunakan lempengan/kepingan Secchi disk. Satuan untuk

nilai kecerahan dari suatu perairan dengan alat tersebut adalah satuan meter. Daya tembus cahaya matahari ke dalam air ini akan mempengaruhi tingkat kesuburan fitoplankton yang ada. Jumlah cahaya yang diterima oleh fitoplankton diperairan bergantung pada intensitas cahaya matahari yang masuk kedalam air dan daya perambatan cahaya didalam air.

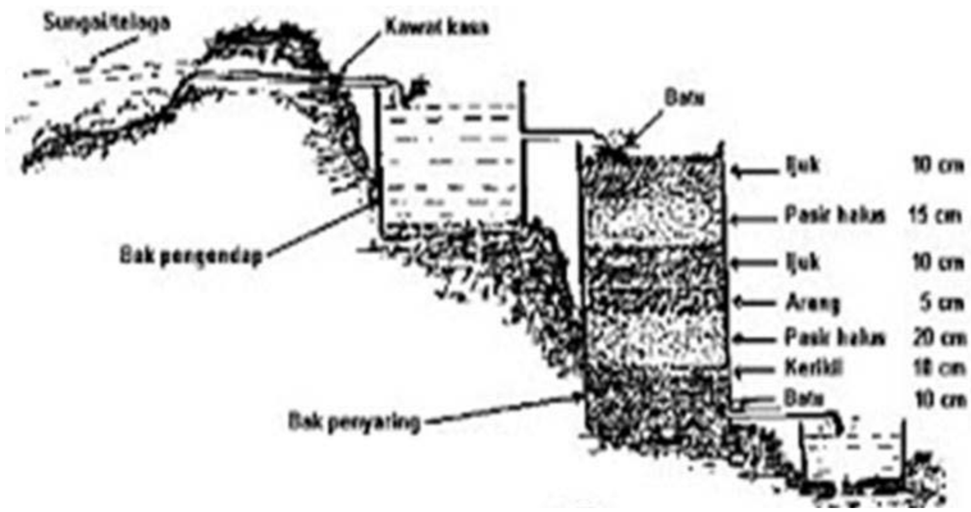
Masuknya cahaya matahari kedalam air dipengaruhi juga oleh kekeruhan air (turbidity). Sedangkan kekeruhan air menggambarkan tentang sifat optik yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat didalam perairan. Faktor-faktor kekeruhan air ditentukan oleh:

1. Benda-benda halus yang disuspensikan (seperti lumpur dan lain-lain)
2. Jasad-jasad renik yang merupakan plankton.
3. Warna air (yang antara lain ditimbulkan oleh zat-zat koloid berasal dari daun-daun tumbuhan yang terekstrak)

Kekeruhan air dapat dikurangi dengan menyaring air sebelum digunakan untuk kolam atau tambak.

Cara penyaringan air yang perlu diperhatikan adalah sumber air dengan tingkat pencemarannya. Bila tingkat pencemaran sumber air terlalu tinggi maka akan mempengaruhi jumlah dan jenis bahan filter yang digunakan. Cara penyaringan yang sederhana dapat dibuat dengan bahan filter yang ada. Bahan-bahan yang dapat digunakan dalam proses penjernihan air antara lain batu, pasir, kerikil, arang tempurung kelapa, arang sekam padi, tanah liat, ijuk, kaporit, kapur, tawas, biji kelor dan lain-lain.

Penyaringan air secara mekanik dapat dilakukan dengan meangalirkan air keruh ke lapisan-lapisan injuk, arang dan kerikil. Salah satu cara penyaringan bertahap adalah seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Penyaringan Air secara Fisika

Cara pemakaian:

1. Air sungai atau telaga dialirkan ke dalam bak penampungan, yang sebelumnya pada pintu masuk air diberi kawat kasa untuk menyaring kotoran.
2. Setelah bak pengendapan penuh air, lubang untuk mengalirkan air dibuka kebak penyaringan air.
3. Kemudian kran yang terletak di bawah bak dibuka, selanjutnya beberapa menit kemudian air akan ke luar. Mula-mula air agak keruh, tetapi setelah beberapa waktu berselang air akan jernih. Agar air yang keluar tetap jernih, kran harus dibuka dengan aliran yang kecil.

Cara Pemeliharaan:

1. Ijuk dicuci bersih kemudian dijemur pada panas matahari sampai kering.
2. Pasir halus dicuci dengan air bersih di dalam ember, diaduk sehingga kotoran dapat dikeluarkan, kemudian dijemur sampai kering.
3. Batu kerikil diperoleh dari sisa ayakan pasir halus, kemudian dicuci bersih dan dijemur sampai kering.
4. Batu yang telah dibersihkan sampai bersih betul dari kotoran atau tanah yang melekat, kemudian dijemur.

Kelebihan Alat Penjernihan Air:

1. Air keruh yang digunakan bisa berasal dari mana saja misalnya : sungai, rawa, telaga, sawah dan sumur.
2. Cara ini berguna untuk desa yang jauh dari kota dan tempatnya terpencil.

Kekurangan:

1. Air tidak bisa dialirkan secara teratur, karena air dalam jumlah tertentu harus diendapkan dulu dan disaring melalui bak penyaringan.
2. Bahan penyaring harus sering diganti.

b. Pengelolaan Parameter Kimia Kualitas Air

Sebuah filter kimia bekerja dengan menangkap bahan terlarut, seperti: gas, bahan organik terlarut, dan sejenisnya. Mekanisme ini dilakukan dengan bantuan media filter berupa arang aktif, resin ion, dan zeolit, atau melalui fraksinasi air.

Filter kimia dapat melakukan fungsinya dengan tiga cara, yaitu: (1) Penyerapan , (2) Pertukaran Ion, dan (3) Penjerapan.

1) Penyerapan (Absorpsi)

Absorpsi merupakan suatu proses dimana suatu partikel terperangkap kedalam struktur suatu media dan seolah-olah menjadi bagian dari keseluruhan media tersebut. Proses ini dijumpai terutama dalam media karbon aktif. Karbon aktif memiliki ruang pori sangat banyak dengan ukuran tertentu. Pori-pori ini dapat menangkap partikel-partikel sangat halus (molekul) dan menjebaknya disana. Dengan berjalannya waktu pori-pori ini pada akhirnya akan jenuh dengan partikel-partikel sangat halus sehingga tidak akan berfungsi lagi. Sampai tahap tertentu beberapa jenis arang aktif dapat di reaktivasi kembali, meskipun demikian tidak jarang yang disarankan untuk sekali pakai. Reaktifasi karbon aktif sangat tergantung dari metode aktifasi sebelumnya, oleh karena itu perlu diperhatikan keterangan pada kemasan produk tersebut.

Secara umum karbon/arang aktif biasanya dibuat dari arang tempurung dengan pemanasan pada suhu 600-2000°C pada tekanan tinggi. Pada kondisi ini akan terbentuk rekahan-rekahan (rongga) sangat halus dengan jumlah yang sangat banyak, sehingga luas permukaan arang tersebut menjadi besar. 1gram karbon aktif, pada umumnya memiliki luas permukaan seluas 500-1500m2, sehingga sangat efektif dalam menangkap partikel-partikel yang sangat halus berukuran 0.01-0.0000001 mm. Karbon aktif bersifat sangat aktif dan akan menyerap apa saja yang kontak dengan karbon tersebut, baik di air maupun di udara. Apabila dibiarkan di udara terbuka, maka dengan segera akan menyerap debu halus yang terkandung diudara (polusi). Dalam waktu 60 jam biasanya karbon aktif tersebut manjadi jenuh dan tidak aktif lagi. Oleh karena itu biasanya arang aktif di kemas dalam kemasan yang kedap udara.

2) Penjerapan (Adsorpsi)

Penjerapan adalah suatu proses dimana suatu partikel "menempel" pada suatu permukaan akibat dari adanya "perbedaan" muatan lemah diantara kedua benda (gaya Van der Waals), sehingga akhirnya akan terbentuk suatu lapisan tipis partikel-pertikel halus pada permukaan tersebut. Permukaan karbon yang mampu menarik molekul organik misalnya merupakan salah satu contoh mekanisme penjerapan , begitu juga yang terjadi pada antar muka air-udara, yaitu mekanisme yang terjadi pada suatu protein skimmer. Molekul organik bersifat polar sehingga salah satu ujungnya akan cenderung tertarik pada air (disebut sebagai hidrofilik/suka air) sedangkan ujung yang lain bersifat hidrofobik (benci air). Permukaan molekul aktif seperti ini akan tertarik pada antarmuka air-gas pada permukaan gelembung udara, sehingga molekul-molekul tersebut akan membentuk suatu lapisan tipis disana dan membentuk buih/busa. Dalam suatu protein skimmer; ketika gelembung udara meninggalkan air menuju tampungan busa, gelembung udara tersebut akan kolaps sehingga pada akhirnya bahan-bahan organik akan tertinggal pada tampungan busa yang bersangkutan.

3) Pertukaran Ion

Pertukaran ion merupakan suatu proses dimana ion-ion yang terjerap pada suatu permukaan media filter ditukar dengan ion-ion lain yang berada dalam air. Proses ini dimungkinkan melalui suatu fenomena tarik menarik antara permukaan media bermuatan dengan molekul-molekul bersifat polar.

Apabila suatu molekul bermuatan menyentuh suatu permukaan yang memiliki muatan berlawanan maka molekul tersebut akan terikat secara kimiawi pada permukaan tersebut. Pada kondisi tertentu

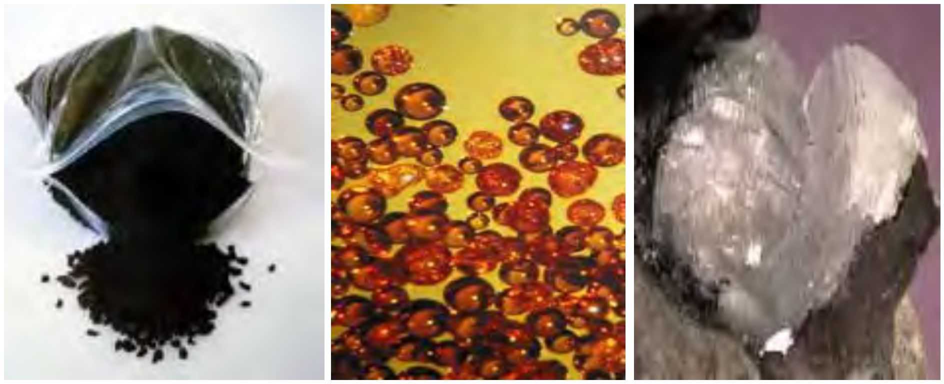
molekul-molekul ini dapat ditukar posisinya dengan molekul lain yang berada dalam air yang memiliki kecenderungan lebih tinggi untuk diikat. Dengan demikian maka proses pertukaran dapat terjadi. Media yang dapat melakukan proses pertukaran seperti ini diantaranya adalah Zeolit (baik alami atau buatan) dan resin.

Proses pertukaran yang berlangsung secara umum mengikuti kaidah-kaidah tertentu yaitu:

Pertama kation-kation dengan valensi lebih besar akan dipertukarkan terlebih dahulu sebelum kation-kation dengan valensi lebih kecil. Sebagai contoh apabila didalam air terdapat besi (ber-valensi 3), kalsium (ber- valensi 2) dan amonium (ber- valensi1) dalam jumlah yang sama, maka besi akan terlebih dahulu dijerap oleh zeolite, menyusul kalsium dan terakhir amonium.

Kedua, kation yang konsentrasinya paling tinggi didalam air akan dijerap terlebih dahulu walaupun valensi lebih kecil. Sebagai contoh dalam kasus di atas, apabila konsentrasi (jumlah) amonium jauh lebih banyak dibandingkan dengan besi dan kalsium, maka sesuai dengan aturan 2, amonium akan cenderung di jerap terlebih dahulu.

Dengan proses-proses tersebut di atas maka filter kimia dapat dijadikan untuk "menjernihkan" air dari paritkel-partikel berukuran molekuler yang tidak dapat diproses secara mekanik atau biologi. Beberapa hal yang dapat di hilangkan dengan filter kimia diantaranya adalah pengaruh racun, kesadahan, warna dan partikel organik terlarut.



Gambar 2. Arang aktif, Resin dan Zeolit

Kisaran parameter kimia kualitas air berbeda-beda pada peruntukan yang berbeda, seperti untuk air minum akan berbeda dengan yang digunakan untuk budidaya perairan. Tabel dibawah ini adalah kisaran parameter kimia kualitas air untuk budidaya perairan

Tabel 4. Parameter kimia kualitas air dan nilai batas atas dan bawah yang dianjurkan untuk pembenihan atau pembesaran ikan/udang. Konsentrasi adalah di dalam ppm (mg/1). (Sumber: Modification from Wedemeyer, 1977; Piper, etc al. (Larsen), 1982)

Faktor Kimia	**Batas Atas untuk Batas Toleransi**
Ammonia (NH3)	0.0125 ppm (*un-ionized*)
Cadmium	0.004 ppm (*soft water* < 100 ppm *alkalinity*)
Cadmium	0.003 ppm (*hard water* > 100 ppm *alkalinity*)
Calcium	4.0 to 160 ppm (10.0-160.00 ppm Tropis)
Carbon dioxide	0.0 to 10 ppm (0.0-15.0 ppm Tropis)
Cholorine	0.03 ppm
Copper	0.006 in *soft water*
Hydrogen sulfide	0.002 ppm (Larsen - 0.0 ppm)
Iron (total)	0.0 to 0.15 ppm (0.0-0.5 ppm Tropis)

Faktor Kimia	**Batas Atas untuk Batas Toleransi**
Ferrous ion	0.00 ppm
Ferric ion	0.5 ppm (0.0-0.5 ppm Tropis)
Lead	0.03 ppm
Magnesium	(Dibutuhkan untuk sistem buffer)
Manganese	0.0 to 0.01 ppm
Mercury (organic atau inorganic)	0.002 ppm maximum, rata-rata 0.00005 ppm
Nitrate ($NO\text{-}_3$)	0.0 to 3.0 ppm
Nitrite ($NO\text{-}_2$)	0.1 ppm dalam *soft water*, 0.2 ppm dalam *hard water*
Nitrite-nitrogen	0.03 dan 0.06 ppm nitrite-nitrogen
Nitrogen	Tekanan gas maximum 110% tingkat jenuh
Oxygen	> 5,0 – 7,0 ppm untuk pembenihan dan pembesaran
Ozone	0.005 ppm
pH	6.5 - 8.0 (6.6-9.0 Tropis)
Phosphorus	0.01 -3.0 ppm
Polychlorinated biphenyls (PCBs)	0.002
Total suspensi/Turbidity	80.0 ppm atau kurang
Total Alkalinity (sebagai CaCO3)	10.0 - 400 ppm (50.0-4.00.0 ppm Tropis)
% sebagai phenolphthalein	0.0 - 25 ppm (0.40 ppm Tropis)
% sebagai methyl orange	75 - 100 ppm (60.0-100.0 ppm Tropis)
% sebagai ppm hydroxide	0.0 ppm

Faktor Kimia	Batas Atas untuk Batas Toleransi
% sebagai ppm carbonate	0.0 - 25 ppm (0.0-40.0 ppm Tropis)
% sebagai ppm bicarbonate	75 - 100 ppm
Total Hardness (sebagai CaCO3)	10 - 400 ppm (50.0-400.0 ppm Tropis)
Zinc	0.03-0.05 ppm

c. Pengelolaan Parameter Biologi Kualitas Air

Filter biologi merupakan filter yang bekerja dengan bantuan jasad-jasad renik khususnya bakteri dari golongan pengurai amonia. Agar jasad-jasad renik tersebut dapat hidup dengan baik di dalam filter dan melakukan fungsinya dengan optimal diperlukan media dan lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan dan perkembangan jasad-jasad renik tersebut.

Fungsi utama dari filter biologi adalah mengurangi atau menghilangkan amonia dari air. Seperti diketahui, ikan melepaskan amonia (NH_3 atau amonium, NH_4) ke dalam air, terutama melalui insangnya. Jumlah yang dikeluarkan tergantung dari banyaknya pakan yang dikonsumsi.

Secara umum dapat dikatakan bahwa setiap 1 kg pakan akan menghasilkan 37 gram amonia. Dengan demikian dapat diperkirakan berapa banyak konsentrasi amonia yang akan dikeluarkan ikan setiap hari yang perlu dinetralisir oleh sebuah filter biologi. Amonia juga dihasilkan oleh sisa metabolisme biota air, termasuk bakteri, jamur, infusoria dan juga sisa pakan ikan.

Proses pemfilteran amonia pada budidaya ikan mengikuti hukum peredaran unsur Nitrogen di alam.

Dua golongan bakteri memegang peranan utama dalam filter biologi, yaitu bakeri Nitrosomonas sp, dan bakteri Nitrobakter sp. Nitrosomnas berperan

mengoksidasi amonia menjadi nitrit, sedangkan Nitrobacter berperan mengoksidasi nitrit menjadi nitrat. Nitrosomonas dan Nirobakter hidup dengan melekatkan diri pada benda padat dalam akuarium, oleh karena itu agar keperluan hidup (tempat tinggal) mereka terpenuhi perlu disediakan tempat untuk melekatkan diri. Segala jenis benda padat, selama itu tidak bersifat racun bagi si bakteri, akan dapat digunakan sebagai tempat tinggal bakteri tersebut. Faktor yang perlu diperhatikan dalam memilih "tempat tinggal" atau media bagi bakteri adalah keterkaitannya dengan bidang kontak antara air dan bakteri. Agar air dapat difilter dengan baik oleh bakteri maka air tersebut perlu kontak dengan bakteri yang bersangkutan. Oleh karena itu, pemilihan media harus memperhitungkan luas bidang kontak ini. Semakin luas bidang kontak maka akan semakin efektif filtrasi biologi berlangsung.

Luas bidang kontak berhubungan erat dengan ukuran media yang digunakan. Secara umum dapat dikatakan bahwa persatuan volume, media yang mempunyai ukuran butiran lebih kecil akan memiliki luas bidang kontak atau luas permukaan lebih besar. Berikut adalah ilustrasi sederhana hubungan antara ukuran butiran dengan luas permukaan, atau luas bidang kontak. Untuk mempermudah ilustrasi digunakan benda berbentuk kubus.

Apabila kita mempunyai sebuah kubus dengan panjang sisi-sisinya 1m, maka, luas permukaan kubus tersebut adalah 6 m^2, sedangkan volumenya adalah 1m^3. Bila kita belah menjadi 2, maka luas permukaannya bertambah 2 m^2, sehingga total luas permukaan adalah 8 m^2, sedangkan volume tetap. Bila sebuah kubus panjang sisi-sisinya 1m dibelah secara horozontal menjadi 8 kubus kecil yang sama ukurannya, maka setiap kubus kecil akan mempunyai ukuran luas permukaan 0,5 x 0,5 m^2 x6= 1,56 m^2. Sehingga total lua permukaan 8 kubus kecil menjadi 1,56 m2 x 8 = 12,48 m^2, volume total 8 kubus tetap 1m^3. Dengan demikian suatu benda bila kita belah

menjadi benda-benda yang lebih kecil ukurannya, maka luas permukaan benda tersebut menjadi bertambah sedangkan volumenya tetap.

Dengan cara yang sama dapat kita hitung seandainya kubus tersebut dibagi sehingga masing-masing berkukuran 1cm. Maka dengan mudah bisa kita ketahui dalam volume 1 m3, akan kita dapatkan 100 x 100 x 100 = 1.000.000 kubus. Masing-masing kubus tersebut luas permukaannya adalah 6 x 1 cm^2 = 6 cm^2. Sehingga luas permukaan totalnya adalah 1.000.000 x 6 cm^2 = 6.000.000 cm^2 atau sama dengan 600 m^2.

Dengan ilustrasi tersebut kita akan lebih mudah dalam menentukan ukuran butiran yang akan digunakan untuk media sebuah filter biologi. Semakin kecil butiran akan semakin luas permukaan sehingga akan semakin luas bidang kontak antara air dan bakteri yang hidup pada permukaan tersebut. Meskipun demikian, kalau kita kembali pada prinsip sebuah filter mekanik, maka akan terdapat kecenderungan bahwa filter dengan butiran halus ini akan cepat tersumbat. Untuk menghindari hal tersebut maka diperlukan sebuah filter mekanik yang baik yang dipasang sebelum filter biologi. Dengan demikian, air yang masuk kebagian filter biologi sudah merupakan air prefilter, yaitu air yang sebelumnya telah difilter terlebih dahulu secara mekanik sehingga tidak lagi mengandung partikel-partikel padat yang akan menyumbat. Beberapa produsen asesori akuarium telah membuat media filter yang diharapkan dapat mengatasi terjadinya proses penyumbatan, seperti: cicin (tabung) keramik atau bioball, meskipun demikian bahan-bahan ini memiliki efek samping berupa berkurangnya luas permukaan bidang kontak.

Filter biologi secara periodik perlu dibersihkan, terutama untuk menghilangkan partikel-partikel yang mungkin dapat menimbulkan penyumbatan. Pembersihan perlu dilakukan dengan hati-hati jangan sampai membuat bakteri yang hidup disana mati. Pembersihan dapat

dilakukan dengan cara dibilas dengan menggunakan air bersih bebas klorin.

Pembersihan juga dapat dilakukan secara bertahap, dengan meninggalkan sebagian media yang lain tetap tidak tertanggu. Hal ini akan menjamin bakteri tetap bertahan hidup disana. Koloni bakteri yang hidup pada media yang tidak terganggu segera akan menginvansi media yang baru dibersihkan, tentu saja selama "pakan" dan oksigen tersedia bagi bakteri tersebut.



Gambar 3. Bahan media untuk menempelnya bakteri pengurai.

Prinsip dasar pembuatan filter adalah dengan membelok-belokan arah aliran air keatas dan kebawah agar “memaksa” air kotor dari akuarium untuk menembus/melewati media filter agar mendapatkan nilai efektifitas yang ingin dicapai. Pemasangan filter atas sebaiknya tidak permanen di lekatkan ke aquarium, agar memudahkan dalam mengangkat dan membersihkan kompartemen filter tanpa harus menurunkan akuariumnya. Berikut ini adalah macam-macam filter :

Filter Canister

Filter Canister merupakan salah satu bentuk improvisasi dari beberapat tipe filter versi "lama", seperti filter under gravel dan filter atas. Prinsip utama

dari filter ini adalah memberikan kesempatan yang sama pada air untuk melalui media filter secara menyeluruh, yaitu dengan cara memaksa air tersebut "menembus" media filter. Hal ini dilakukan dengan membuat sistem tersebut kedap udara, sehingga tercipta suatu tekanan yang "seragam" didalam filter, sesuatu yang tidak bisa dilakukan dalam sistem terbuka yang langsung berhubungan dengan atmosfir. Dengan cara demikian air akan "terpaksa" menembus media yang ada sehingga kontak dengan media menjadi lebih baik. Adanya tekanan menyebabkan kondisi kontak antara air dengan media menjadi terjamin, sehingga hasil filtrasi menjadi relatif lebih baik, dan kontak dapat berlangsung dalam waktu relatif lama. Oleh karena itu sistem filtrasi canister lebih jarang memerlukan perawatan rutin. Filtrasi dapat tetap berlangsung dengan baik selama beberapa bulan, sebelum memerlukan perawatan.



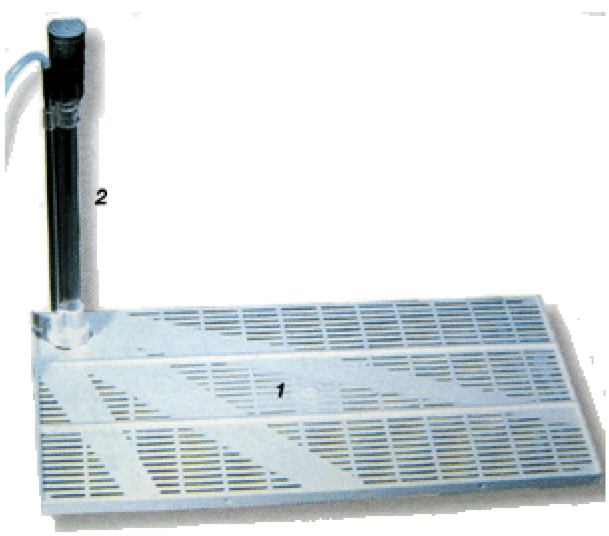
Gambar 4. Filter Canister

Gambar di atas menunjukkan kurang lebih diagram sebuah filter canister. Air masuk melalui bagian bawah filter. Kemudian setelah "menembus" media, air dikembalikan ke akarium malalui sebuah pompa pada "kepala" filter ini. Tekanan dalam filter sepenuhnya tanggung jawab dari pompa. Apabila

pemilihan media dan kapasitas pompa tepat, sistem ini dapat berfungsi dengan baik dalam jangka waktu lama sebelum memerlukan perawatan. Perawatan biasanya diperlukan apabila output filter mulai berkurang dari kapasitas yang dibutuhkan.

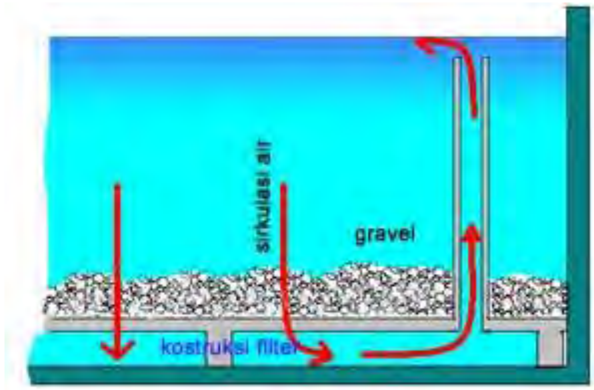
Under Gravel Filter

Sesuai dengan namanya filter "under gravel" adalah sebuah filter yang terletak dibawah lapisan "gravel" (kerikil, pasir) di dasar akuarium. Konstruksinya terdiri dari lapisan bahan anti karat (plastik) berlubang dengan kaki penopang sehingga tercipta ruangan bebas dibawahnya untuk memungkinkan air bersih mengalir (Gambar 5). Disalah satu sudutnya (atau lebih) terdapat pipa keluaran untuk mengembalikan air hasil filtrasi kedalam akuarium.



Gambar 5. Contoh Konstruksi Filter "Under Gravel".

(1) Lembar Filter (2). Pipa Keluaran



Gambar 6. Mekanisme Kerja Sebuah Filter "Under Gravel"

Gambar 6 menunjukkan mekanisme kerja sebuah filter "under gravel". Dalam hal ini air "dipaksa" untuk menembus lapisan gravel pada dasar akuarium dengan bantuan head pump atau aerator, kemudian air tersebut dikembalikan ke dalam akuarium. Pada saat air melalui gravel air mengalami setidaknya dua proses filtrasi, yaitu mekanik, melalui pori-pori efektif lapisan gravel, dan biologi, melalui kontak air dengan bakteri pengurai amonia dan nitrit yang hidup pada permukaan gravel. Filtrasi biologi memegang peranan utama dalam sistem filter ini.

Dengan berjalannya waktu, penumpukkan partikel-partikel padatan pada ruang antar gravel dapat menyebabkan penyumbatan. Oleh karena itu filter under gravel direkomendasikan untuk di rawat secara periodik, setidaknya dengan melakukan pem-vacum-an pada gravel. Penyumbatan dapat menimbulkan terjadinya kondisi anaeraobik pada lingkungan gravel sehingga dapat menyebabkan bakteri pengurai amonia dan nitrit mati yang akhirnya dapat mengakibatkan filter gagal berfungsi.

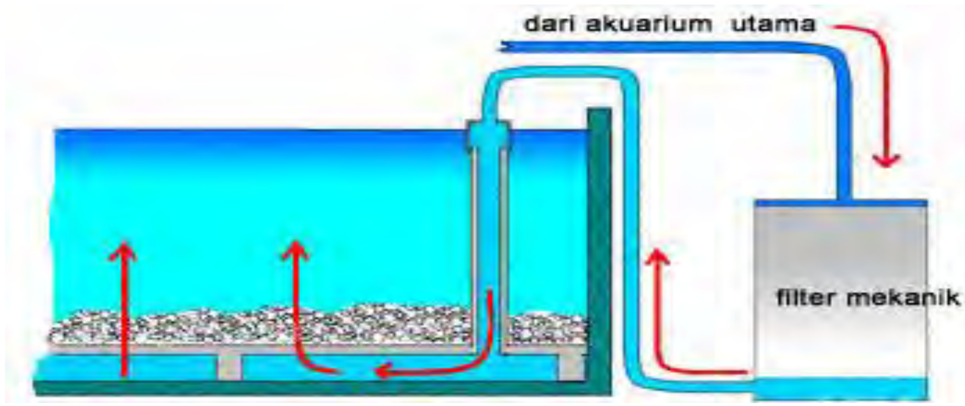
Filter under gravel sering digunakan terutama dalam akuarium laut. Pada sistem filter ini, partikel-partikel organik yang terjebak pada permukaan gravel akan menjadi sumber pakan bagi jasad-jasad renik (plankton). Selanjutnya plantkon ini akan menjadi sumber pakan bagi penghuni laut lain ya

ng dipelihara, khususnya dari golongan pemakan plankton. Dengan demikian, filter "under gravel" pada akuarium laut seolah-olah berfungsi juga sebagai refugium.

Filter Under Gravel Terbalik (Reverse Flow Under Gravel Filter)

Salah satu masalah dalam menggunakan filter under gravel adalah kemungkinan akan tersumbatnya aliran sebagai akibat akumulasi kotoran yang tidak dapat diproses dengan cepat. Kotoran ini dapat menumpuk diantara gravel, menyebabkan penyumbatan sehingga pada akhirnya dapat mengurangi kinerja dari filter tersebut. Salah satu pemecahannya adalah dengan relatif sering menyipon dan membersihkan lapisan gravel secara teratur. Pembersihan tersebut hendaknya dilakukan secara parsial, agar bakteri pengurai tidak habis "tercuci".

Cara lain adalah dengan memisahkan endapan dari gravel. Hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode fiter under gravel dengan aliran terbalik. Gambar 7 menunjukkan diagram bagaimana pemisahan tersebut dilakukan. Pemisahan proses pengendapan dilakukan dengan menambahkan satu unit filter di luar akurium utama. Tugas utama filter ini adalah melakukan filtrasi secara mekanik (Sebuah filter kanister boleh digunakan untuk melakukan tugas ini). Setelah melalui proses filtrasi mekanik, air selanjutnya dikembalikan (dengan bantuan pompa) ke akuarium utama melalui pipa out let filter under gravel. Selanjutnya air akan menyebar dibawah filter under gravel kemudian menembus lapisan gravel. Pada saat melalui lapisan gravel inilah air mengalami proses filtrasi biologi. Dengan demikian ketika air berada kembali di ruang utama akuarium diharapkan telah terbebas dari amonia.



Gambar 7. Filter under gravel dengan aliran air terbalik.

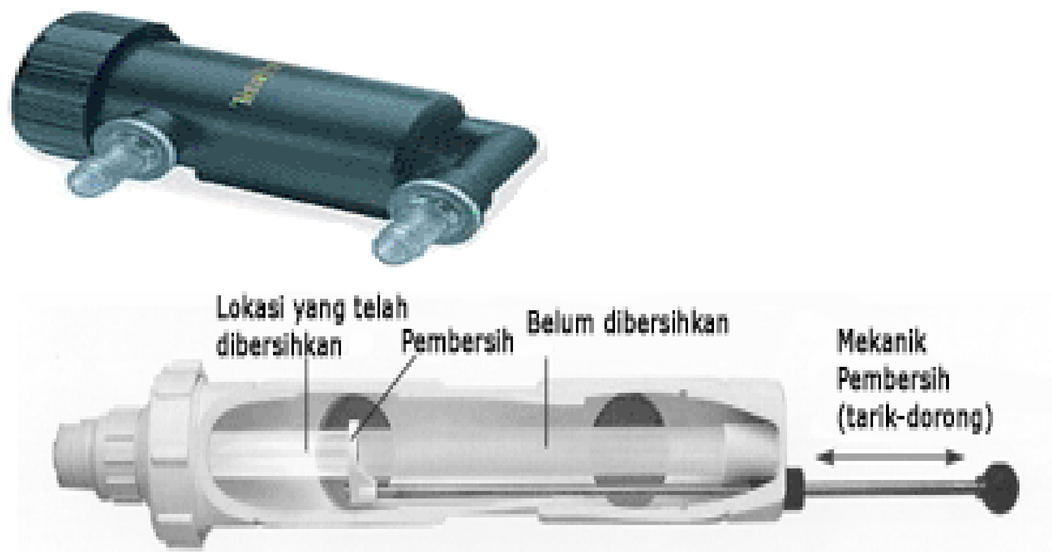
Filter Ultra Violet (UV sterilizer)

Filter ultra violet merupakan suatu perangkat yang berfungsi untuk menghilangkan atau menyaring jasad-jasad renik yang tidak dikehendaki dari akuarium, seperti: bakteri, parasit, jamur, virus, alga, dan patogen lainnya, dengan cara mengekspos mereka pada sinar Ultra Violet berintensitas tinggi. Sinar ultra violet memiliki kemampuan untuk mempengaruhi fungsi sel mahluk hidup dengan mengubah material inti sel, atau DNA, sehingga mahluk tersebut mati.

Diketahui ada 3 tipe filter ultra violet; yaitu :

1) Tray type. Dalam hal ini lampu UV dipasang pada suatu reflektor di atas suatu wadah tipis (menyerupai baki/tray), kemudian air dialirkan secara perlahan melalui wadah tersebut. Keuntungan: mudah dibersihkan, murah, dan dapat dibuat dengan ukuran besar. Masalah: resiko keamanan terhadap mata, ukuran sering terlalu besar untuk ukuran rumahan.
2) Tube type, wet bulb. Dalam type ini air dialirkan langsung disekitar lampu tanpa reflektor yang dipasang pada tabung anti air. Keuntungan: murah, efektif dan kompak. Masalah: sulit dibersihkan, resiko sengatan listrik (bocor).

3) Tube type, dry bulb. Mirip dengan type 2), tetapi dilengkapi dengan tabung gelas (gelas akan memblok sinar UV (C)) yang mengisolasinya dari air. Tipe ini relatif lebih mahal tetapi lebih aman. Penggantian lampu dapat dilakukan dengan mudah. Selain itu, biasanya dilengkapi dengan alat untuk menbersihkan lendir dari tabung gelas.



Gambar 8. UV sterilizer yang dilengkapi dengan makanisme pembersih

Watt yang disarankan adalah 4-8 watt untuk akuarium 80-160 liter, 20-25 watt untuk akuarium 200 - 400 liter, dan 40 watt untuk akuarium lebih besar dari itu.

Penggunaan Filter UV sampai saat ini masih kontroverial, sebagian akuaris mengganggap bahwa penggunaan filter UV hanyalah merupakan tindakan pemborosan, sedangkan sebagian yang lain merasakan keuntungan yang didapatkan dari penggunaan filter ini. Meskipun demikian, para akuaris sepakat bahwa apabila akuarium dijaga keseimbangannya dan terawat dengan baik, termasuk melaksanakan prosedur karantina bagi penghuni baru, maka filter UV tidak akan diperlukan. Beberapa pertimbangan sebelum memutuskan menggunakan filter UV adalah:

a. Sangat efektif apabila digunakan secara terus menerus selama 24 jam per hari
b. Sangat efektif apabila air selalu dijaga tetap jernih
c. Sangat efektif apabila lampu UVnya masih baru, atau diganti secara teratur (setiap 6-8 bulan)
d. Sangat efektif apabila sinar UV hanya menembus air kurang dari 2.5 cm
e. Efektifitas akan berkurang apabila air yang melewatinya mengalir dengan cepat (disarankan air minimal tersinari selama 2 detik)
f. Dapat menghindari terjadinya serangan ulang patogen, apabila sebelumnya patogen tersebut berhasil dimusnahkan
g. UV tidak hanya membunuh jasad renik yang tidak dikehendaki, tetapi juga membunuh jasad-jasad renik yang berguna
h. UV juga akan membunuh jasad renik yang merupakan sumber pakan bagi invertebrata laut
i. UV hanya membunuh jasad renik yang terdapat dalam air yang melewatinya, dengan demikian jasad-jasar renik patogen yang terdapat pada tubuh ikan atau berada dalam akuarium tidak akan terpengaruh
j. Jangan digunakan bersamaan dengan perlakuan pengobatan
k. UV dapat mengubah struktur bahan kimia tertentu
l. UV dapat merusak mata manusia apabila sinar tersebut terekspos langsung pada mata, atau kita melihat sinar UV tersebut.

Jumlah Daya Radiasi Cahaya

Jumlah daya radiasi cahaya adalah jumlah radiasi cahaya tertentu yang diterima suatu benda setiap detik. Jumlah daya radiasi cahaya dapat dihitung dengan persamaan:

D = I x t

dimana :
D = jumlah daya radiasi
I = intensitas cahaya (mikrowatt/cm2)
t = waktu (detik)

Suatu cahaya ultra violet mempunyai sifat dapat membunuh jasad renik (bakteri, virus dan protozoa). Sedangkan jumlah daya radiasi dari cahaya ultra violet tersebut yang diperlukan untuk membunuh suatu jasad renik, dikenal sebagai "Dosis Zap", setelah melalui suatu penelitian didapatkan hasil seperti terdapat pada Tabel 1. Suatu filter Cahaya Ultra Violet (UV) yang didisain dengan baik akan dapat memberikan dosis yang tepat, sehingga akan memberikan keuntungan dalam mengelola suatu akuarium dengan berhasil. Cahaya ultra violet didapat dari tabung lampu ultra violet yang berbentuk tabung kaca, bila dialiri listrik akan mengeluarkan cahaya ultra violet (cahaya keungu-unguan)

Tabel 5. Dosis Zap (dalam mikrowatt-detik/cm2) Lampu UV

(Escobal, P.R, 2000)

NO	JENIS MIKROORGANISME/ORGANISME	KEKUATAN SINAR
I	**Bakteri**	
1	*Baccilus anthracis*	8.700
2	*Baccilus megatherium sp (veg)*	2.500
3	*Baccilus megatherium sp (spora)*	5.200
4	*Baccilus paratyposus*	6.100
5	*Baccilus subtilis (campuran)*	11.000
6	*Baccilus subtilis (spora)*	22.000
7	*Clostridium tetani*	22.000
8	*Corynebacterium, Deptheriae*	6.500
9	*Dysentery bacilli*	4.200
10	*Eberthella typhosa*	4.100
11	*Escehercia coli*	6.600
12	*Micrococcus candidus*	12.300
13	*Micrococcus piltonensis*	15.000
14	*Micrococcus sphareoides*	15.400

NO	JENIS MIKROORGANISME/ORGANISME	KEKUATAN SINAR
15	*Mycobacterium tuberculosis*	10.000
16	*Neisseria catarrhalis*	8.500
17	*Phytomonas tumefaciens*	8.500
18	*Proteus vulgaris*	6.600
19	*Pseudomonas aerugenosa*	10.500
20	*Pseudomonas flourescens*	6.600
21	*Salmonella*	10.000
22	*Salmonella enteriditis*	7.600
23	*Salmonella typhimurium*	15.200
24	*Sarcina lutea*	26.400
25	*Serratia marcescens*	6.160
26	*Shigilla paradysenterlae*	3.400
27	*Spirillum rubsum*	6.160
28	*Staphylococcus albus*	5.700
29	*Staphylococcus aureus*	6.600
30	*Streptococcus hemolitycus*	5.500
31	*Streptococcus lactis*	8.800
32	*Streptococcus virdans*	3.800
II	**Yeast**	
1	*Saccharomyces elipsoideus*	13.200
2	*Saccharomyces sp*	17.600
3	*Saccharomyces cerevisiae*	13.200
4	*Yeast brewer*	6.600
5	*Yeast baker*	8.800
6	*Yeast kue umum*	13.200

NO	JENIS MIKROORGANISME/ORGANISME	KEKUATAN SINAR
III	**Spora**	
1	*Penicillium roqueforti*	26.400
2	*Penicillium exopansum*	22.000
3	*Penicillium digitatum*	88.000
4	*Aspergillus glaucus*	88.000
5	*Aspergillus flavus*	99.000
6	*Aspergillus niger*	330.000
7	*Rhisopus nigricans*	220.000
8	*Mucor racemosus A*	35.200
9	*Mucor racemosus B*	35.200
10	*Oospora lactis*	11.000
IV	**Virus**	
1	*Bacteriophages (E. coli)*	6.600
2	*Tobacco mosaic*	440.000
3	*Influenza*	6.800
V	**Protozoa**	
1	*Paramecium*	200.000
2	*Telur Nematoda*	92.000
3	*Chorella vulgaris (alga)*	22.000
VI	**Jamur (Fungi)**	45.000

Filter Vegetasi (Veggie Filter)

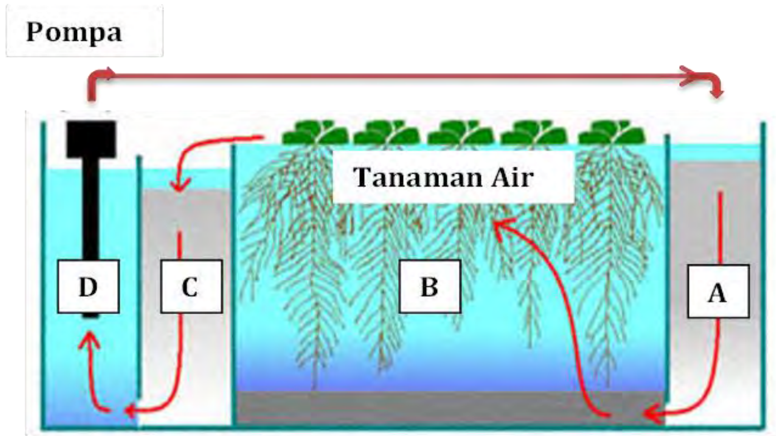
Filter vegetasi adalah sebuah filter yang menggunakan tanaman sebagai filter untuk menghilangkan kontaminan yang berada dalam air akuarium, terutama dari golongan senyawa nitrogen seperti, amonia. Seperti diketahui, tanaman memerlukan unsur hara tertentu untuk tumbuh dan berkembang, diantaranya

adalah nitrogen, fosfor, kalium dan lain-lain. Dengan memanipulasi kebutuhan hara ini sedemikian rupa, maka tanaman air dapat dimanfaatkan sebagai sebuah "pompa" untuk mengeluarkan unsur hara tertentu dari dalam air akuarium. Hal ini dapat dilakukan dengan cara melalukan air melewati daerah perakaran tanaman. Hara yang dijerap tanaman selanjutnya akan menjadi bagian dari tubuh tanaman. Hara ini kemudian dapat "dibuang" dari sistem akuarium dengan cara "memanen" tanaman atau bagian dari tubuh tanaman tersebut.

Gambar 9 menunjukkan disain sederhana sebuah filter vegetasi. Filter ini terdiri dari 4 bagian A, B, C, dan D. Bagian A merupakan bagian filtrasi mekanik yang befungsi menyaring kotoran padat dari akuarium. Bagian B adalah bagian yang ditanami oleh tanaman air. Bagian C adalah bagian filtrasi mekanik lagi, untuk mengatisipasi kotoran padatan dari bagian-bagian tanaman atau akar yang terputus; Dan bagian C adalah bak penampungan hasil filtrasi akhir, sebelum dikembalikan ke dalam akuarium utama.

Bagian B dari filter merupakan inti dari filter vegetasi. Dalam mengisi bagian ini, disarankan untuk memilih tanaman yang memiliki pertumbuhan cepat dan memiliki persyaratan tumbuh yang mudah. Tanaman terapung sangat dianjurkan, karena tanaman ini memiliki bagian batang dan daun yang berada di atas air sehingga kebutuhan CO_2 nya dapat dipenuhi dari udara disekitarnya. Dengan demikian tanaman jenis tersebut tidak akan mengganggu keseimbangan CO_2 yang berada didalam air. Pilih juga fase tanaman yang sedang berada pada tahap tingkat pertumbuhan paling tinggi. Apabila tingkat pertumbuhan ini sudah mulai menurun maka gantilah tanaman tersebut dengan tanaman pada fase pertumbuhan sebelumnya. Dari berbagai pilihan tanaman terapung yang ada, *Pistia stratoites* (Gambar 9) boleh dijadikan pilihan utama. Tanaman tersebut sangat banyak membutuhkan akan "unsur" hara dan memiliki pertumbuhan yang cepat, sehingga, sangat cocok untuk dijadikan sabagai "pompa" untuk "membuang"

hara dari dalam air. Pada bagian B ini juga bisa ditempatkan kerikil, sebagai media filtrasi biologi.



Gambar 9. Filter Vegetasi

Filter menunjukkan sketsa rancangan dimensi ketinggian relatif sekat antar bagian filter biologi. Ketinggian ini diatur sedemikian rupa untuk menghindari terjadinya luapan air yang tidak diperlukan. Gambar ini sudah dapat menerangkan dirinya sendiri sehingga diharapkan akan lebih mudah dipahami dengan mencermatinya. Prinsipnya adalah apabila terjadi penyumbatan pada bagian A maka air dapat melimpah (by pass) ke bagian B, tetapi tidak ke luar dari sistem (banjir), begitu juga apabila terjadi penyumbatan pada bagian C, air akan meluap ke bagian D tetapi tidak ke bagian B. Tentu saja berbagai modifikasi dan improvisasi bisa dilakukan sesuai dengan kebutuhan dan selera.

Filter vegetasi sering digunakan sebagai bagian dari kolam ikan hias seperti Koi. Apabila dirancang dengan baik dan dilakukan pemilihan tanaman yang tepat, filter ini akan menghasilakan filtran dengan tingkat kadar amonia dan nitrat 0 ppm. Dengan hasil demikian bukan saja air akan terbebas dari kontaminan berbasis nitrogen, dan unsur hara lainnya tetapi juga akan terhindar dari gangguan algae atau kasus green water.



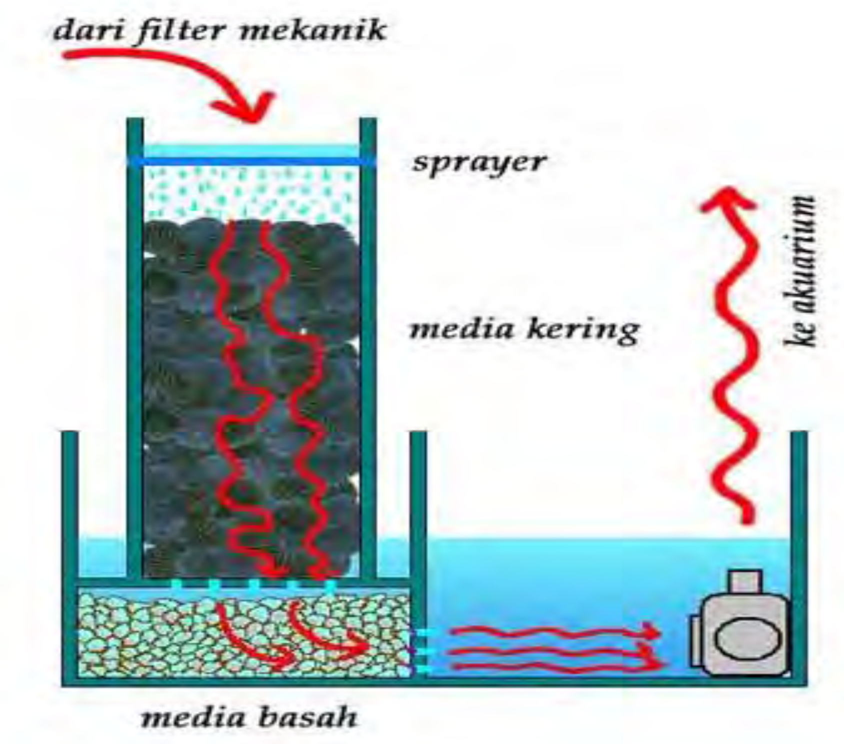
Gambar 10. Filter Biologi

Filter Wet and Dry

Filter Wet and Dry atau Filter Tetes (Trickle Filter) boleh dikatakan merupakan salah satu wujud improvisasi dari filter biologi "konvensional". Dalam filter biologi "konvensional", media filternya berada dalam kondisi terendam air. Sedangkan dalam filter tetes, sebagian dari media filter tersebut sengaja di ekspos ke udara terbuka, sehingga menciptakan bagian filter dalam kondisi "kering" (dry).

"Penciptaan" suasana "kering" ini dimaksudkan untuk menambah efektifitas kinerja bakteri pengurai amonia. Dalam suasana demikian, kontak bakteri dengan oksigen akan semakin baik. Disamping itu kondisi ini pun akan meciptakan terjadinya lapisan tipis air yang akan menyelimuti media filter,

akibatnya kontak antara air dengan bakteri menjadi lebih baik pula, sehingga air akan dapat diproses secara biologis dengan lebih baik pula.



Gambar 11. Filter tetes

Gambar di atas menunjukkan diagram kasar sebuah filter tetes. Filter ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian yang terdapat di atas air (kering) dan bagian yang berada di dalam air. Di atas media kering terdapat sebuah "sprayer" yang akan memecah air menjadi butiran-butiran air (tetesan). Tetesan ini hendaknya terbagi merata pada seluruh permukaan media. Air selanjutnya akan menjalar pada media secara gravitasi, mengalami proses secara biologis, kemudian jatuh ke bagian filtrasi basah. Pada bagian basah ini bakteri-bakteri yang hidup dengan kadar oksigen lebih rendah akan mengambil alih pekerjaan bakteri-bakteri sebelumnya. Air kemudian masuk kedalam ruang pompa dan dikembalikan ke akuarium.

Media dalam bagian kering dapat digunakan media filter biologi pada umumnya. Meskipun demikian bioball dapat berfungsi dengan baik, karena bahan ini memang dibuat untuk jenis filter ini. Media pada bagian basah adalah juga media filter biologi biasa. Beberapa hobiis ada yang membiarkan bagian ini kosong tanpa media apapun, meskipun demikian cobalah lakukan test dengan membandingkan hasil dengan dan tanpa media filter dibagian basah ini.

Spayer dapat saja dibuat dengan melubangi suatu lembar plastik atau bahan kaku anti karat lainnya dengan kepadatan tertentu sehingga tercipta sebaran lubang seragam diseluruh permukaan. Air yang masuk bagian ini, sebaiknya merupakan ari prefilter yang telah mengalami filtrasi mekanik sebelumnya. Dengan demikian, dapat mencegah terjadinya penyumbatan pada media filter biologi.

Dengan memahami prinsip kerja dari filter ini, anda bisa saja memodikasi sktesa tersebut di atas, disesuaikan dengan kebutuhan.

Ozonizer

Ozonizer merupakan alat pembangkit ozon (O_3). Alat ini sering digunakan dalam akuarium laut untuk keperluan sterilisasi. Sterilisasi dan pemurnian air dengan ozon sudah lama digunakan dalam bidang pengelolaan air dan air limbah. Ozon merupakan bentuk reaktif dari oksigen (O_2). Molekul ini mampu menghancurkan sejumlah besar partikel-pertikel limbah cair dan bahan beracun, malalui proses oksidasi. Bahan-bahan beracun akan mampu diubah oleh ozon menjadi senyawa-senyawa yang kurang beracun, dan meningkatkan kemampuan bahan tersebut untuk lebih mudah diserap oleh bakteri, alga, dan karbon aktif.

Dalam akuarium, kemampuan ini digunakan untuk membunuh berbagai macam jasad renik, seperti bakteri, virus, dan spora, juga beberapa bahan

cemaran lain. Efek samping ozon berupa kemampuannya membersihkan warna dan bau merupakan alasan utama mengapa ozon sering digunakan dalam akuarium laut, terutama akuarium koral.

Ozon membantu meningkatkan pembentukan busa dari partikel-partikel yang bahkan tadinya tidak bisa membentuk busa, dengan demikian hal ini akan dapat meningkatkan kinerja suatu protein skimmer dalam akuarium laut. Apabila ozon digunakan bersamaan dengan protein skimmer partikel-partikel kotoran yang tidak bisa dihilangkan dengan pembusaan akan dapat dihancurkan lebih lanjut menjadi partikel-partikel lebih sederhana dan selanjutnya terbuang ke atmosfir, nitrat akan diubah kedalam bentuk yang lebih mudah dikonsumsi oleh bakteri dan alga dalam akuarium.

Pada umumnya, setelah selama 24-48 jam dilakukan skimming dengan ozon, air akuarium seakan-akan menghilang, karena sangat bersihnya air tersebut, akibat semua paritkel-partikel sangat halus dan partikel warna telah terbuang dari air.

Ozon hendaknya digunakan dalam akuarium melalui suatu wadah reaksi tertentu seperti protein skimmer. Hal ini diperlukan agar terjadi kontak yang baik antara air dan ozon terlebih dahulu.

Ozon untuk keperluan akuarium dibuat dengan suatu generator elektrostatik dan sinar ultra violet, alat ini kemudian dikenal sebagai ozonizer. Sebuah aerator diperlukan sebagai pancatu udara pada alat tersebut. Pada ozonizer jenis tertentu, diantara aerator dan ozonizer diperlukan alat pengering udara, biasanya terdiri dari suatu wadah berisi dessicant (penyerap kelembaban).



Gambar 12. Berbagai jenis produk Ozonizer

Penggunaan ozon diketahui mempunyai dampak, yaitu, merusak karet dan plastik, termasuk pipa/selang udara pada aerator. Oleh karena itu, skimmer yang menerima air hasil "ozonisasi" harus dibuat dari bahan plastik tahan ozon. Ozon yang terlepas kedalam akuarium atau sump dapat membuat iritasi pada membran lendir manusia dan dapat berbahaya bagi burung, serta dapat merusak insang ikan dan jaringan invertebrata. Kelebihan ozon akan mengoksidasi kotoran dalam tampungan busa skimmer sehingga akan menciptakan bau yang lumayan. Beberapa pabrik skimmer telah mengantisipasi kemungkinan ini dengan menyediakan penghalang bau dan bahan aktif penyerap kelebihan ozon pada tampungan busanya, dengan demikian udara akan tersaring telebih dahulu sebelum terlepas keruangan.

Para akuaris yang menggunakan ozonizer sebagai steriliser, dianjurkan untuk menghindarkan penggunaan garam laut buatan pada akuarium lautnya yang

mengandung banyak bromida. Kelebihan bromida dapat bereaksi dengan ozon membentuk ion hipobromit (OBr-) yang kemudian akan teroksidasi membentuk ion bromat (BrO_3^-). Bromat merupakan okidator kuat seperti halnya bahan pemutih (bleach). Bromat dapat stabil dalam air laut selama beberapa jam dan dapat berakumulasi hingga tingkat beracun. Ozonisasi dapat pula menciptakan bahan karsinogen hidrokarbon brominat. Oleh karena itu, gunakanlah ozon seperlunya saja.

Ozonizer tersedia dalam berbagai ukuran dan harga. Untuk akuarium laut ozon hanya diperlukan dalam jumlah sangat sedikit, oleh karena itu penggunaan ozonizer yang paling kecil sekalipun sudah lebih dari cukup untuk sebuah akuarium laut rumahan besar. Dosis sekitar 10g/jam/200 liter air sudah cukup dan ekfektif.

Koil Denitrator

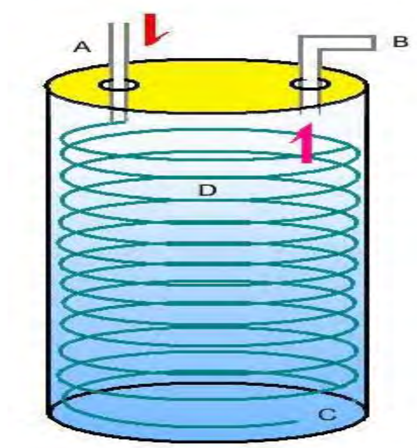
Memiliki sebuah filter yang baik adalah idaman para hobiis ikan hias. Sebuah filter yang baik akan menjanjikan suatu kinerja yang baik pula sehingga diharapkan persoalan kualitas air akuarium dapat ditanggulangi dengan sempurna.

Filter akuarium yang umum dikenal selama ini, khususnya filter biologi, lebih banyak dibuat untuk suatu lingkungan aerobik dengan alasan kemudahan aplikasi. Hasil akhir dari filter tipe ini adalah nitrat.

Meskipun nitrat jauh lebih tidak berbahaya dibandingkan dengan amonia atau nitrit, kehadirannya masih tetap harus diwaspadai. Sampai tahap tertentu kadar nitrat tetap akan menciptakan gangguan pada ikan yang dipelihara dalam suatu sistem tertutup seperti akuarium. Oleh karena itu pada suatu tipe filtrasi biologi biasa, penggantian air, walaupun dengan periode yang sangat lama, masih tetap diperlukan untuk membuang nitrat yang terakumulasi dalam air akuarium.

Berbeda dengan pengubahan bentuk amonia menjadi nitrit dan kemudian menjadi nitrat, pengubahan nitrat menjadi nitrogen memerlukan suasana anaerob, suatu suasana tanpa oksigen. Dalam proses ini dilibatkan bakteri-bekteri pengurai nitrat yang hidup secara anaerob. Mereka mendapatkan oksigen dengan mengkonsumsi oksigen yang terdapat dalam nitrat (NO_3).

Membuat suasana anaerob agar bakteri anaerob mau tumbuh dalam suatu akuarium bukan merupakan hal yang mudah. Dalam sebuah akuarium kondisi kaya oksigen lah yang dikehendaki agar ikan yang dipelihara selalu mendapat pasokan oksigen yang cukup bagi keperluan hidupnya. Oleh karena itu, dalam kondisi akuarium normal, suatu kondisi anaerob relatif sulit dibuat. Untuk membuat suasana anaerob diperlukan trik khusus, salah satunya adalah dengan menggunakan sistem koil.



Gambar 13. Filter Koil Denitrator

Prinsip Kerja

Gambar di atas menunjukkan sebuah skema sederhana sebuah koil denitrator, atau sebuah koil pengurai nitrat. Sebuah koil denitrator merupakan sebuah gulungan selang atau pipa yang tersimpan didalam suatu ruang tertutup. Tidak ada bagian dari ruang tersebut yang behubungan langsung dengan udara terbuka. Hal ini merupakan persyaratan utama sebuah koil denitrator, yaitu suatu suasana anaerob.

Gulungan pipa yang terdapat didalam ruang kedap udara ini merupakan pemain utama dalam mereduksi oksigen yang berasal dari akurium yang sangat kaya oksigen.

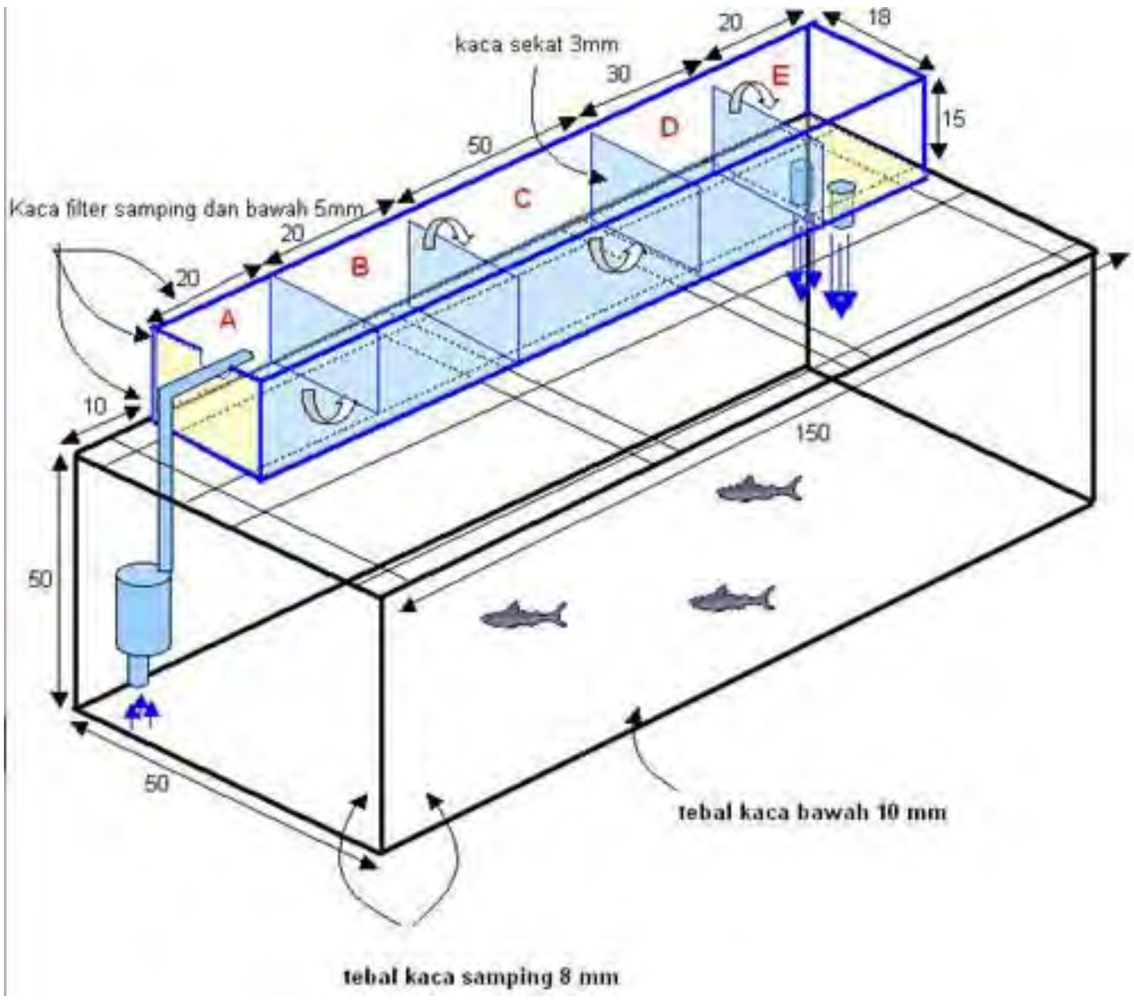
Air kaya oksigen yang dipasok melalui pipa A dari akuarium utama akan dipaksa mengalir dalam gulungan pipa. Pada kondisi filter matang, dinding dalam pipa ini sudah akan ditumbuhi dan dihuni oleh bakteri-bakteri pengurai ammonia dan nitrit. Seperti disebutkan sebelumnya, keduanya merupakan bakteri aerob. Oleh karena itu pada saat air mengalir didalam pipa, oksigen yang terdapat didalam air yang mengalir tersebut dikonsumsi oleh bakteri tadi. Dengan demikian pada saat air meninggalkan ujung pipa C, air tersebut sudah tidak lagi mengandung oksigen.

Akibatnya air dalam ruangan D menjadi anaerob alias tidak mengandung oksigen. Pada kondisi demikian bakteri-bakteri anaerob akan dapat tumbuh dengan leluasa. Mereka akan tumbuh pada media yang telah disediakan dalam ruang tersebut. Medianya bisa berupa kerikil atau juga bioball, seperti halnya media yang digunakan untuk bakteri pengurai ammonia dan nitrit. Bakteri-bakteri ini selanjutkan akan mengkonsumsi nitrat yang telah dihasilkan oleh jenis bakteri sebelumnya, menjadi nitrogen. Kemudian mereka dikeluarkan melalui pipa B. Air yang keluar dari pipa B merupakan air bebas oksigen. Oleh karena itu sebelum dikembalikan ke akuarium utama, air tersebut direkomendasikan agar diaerasi terlebih dahulu. Pada prinsipnya, dalam sebuah koil denitrator, semakin panjang gulungan selang yang digunakan akan semakin baik karena hal ini akan memberikan kesempatan lebih banyak pada air yang mengalir untuk dikonsumsi oksigennya oleh bakteri aerob yang tumbuh dalam pipa tersebut. Arus air harus pula diatur isedemikian rupa, sehingga tidak terlalu cepat atau tidak terlalu lambat. Apabila arus air terlalu cepat, maka kemungkinan besar tidak akan habis terkonsumsi sehingga suasana lingkungan tanpa oksigen tidak akan tercipta. Jika hal demikian terjadi maka proses penguraian nitrat tidak akan terjadi. Sedangkan bila

terlalu lambat, tidak tertutup kemungkinan akan tercipat H_2S yang sangat berbau busuk dan dapat mengganggu kehidupan ikan di akuarium utama.

Oleh karena itu, arus air harus diatur sedemikian rupa disertai dengan melakukan pengukuran sebagai tolok ukur untuk menentukan arus air yang sesuai.

Filter Gabungan Antara Fisika Biologi Dan Kimia



Gambar 14. Filter fisika, kimia dan biologi

Urutan pemasangan media filter

a. Kompartemen pertama (A) media filter kapas kasar berguna untuk menjebak/menangkap partikel kasar yg berasal dari air aquarium. Pada daerah yg berwarna kuning dimaksudkan adalah pemasangan kaca mika yg telah dilubangi .
b. Kompartemen kedua (B) media bioball sebagai media bakteri untuk tumbuh. Lendir yg melekat pada bioball merupakan nitrobacter yg tumbuh yang berguna untuk meningkatkan kualitas air. Bioball dibuat untuk filter wet and dry oleh penciptanya, dibuat ringan dan terapung di air dan digunakan dalam jumlah banyak.
c. Kompartemen ketiga (C) media Zeolite berguna untuk menangkap bahan terlarut, seperti: gas, bahan organik terlarut, dan sejenisnya. Kompartemen ini adalah kompartemen terpanjang untuk mendapatkan air yg melewati media zeolit memiliki rentang waktu yang cukup. Besaran ukuran (size) dari zeolit yg dipakai sebaiknya adalah dalam bentuk butiran kecil. Semakin kecil butiran akan semakin luas luas permukaan sehingga akan semakin luas bidang kontak antara air dan zeolit, efektifitas tercapai
d. Kompartemen keempat (D) media karbon aktif prinsip kerjanya sama dengan zeolit yaitu berguna untuk menangkap bahan terlarut, seperti: gas, bahan organik terlarut, dan sejenisnya. Demikian pula ukuran dari karbon aktif (KA) tersebut, gunakan butiran butiran terkecil saja.
e. Kompartemen kelima media filter kapas halus . Filter kapas halus adalah media filter air terakhir sebelum kembali ke aquarium .

d. Pengelolaan Fitoplankton

1. Keberadaan fitoplankton tambak pada dasarnya sangat diperlukan. Fitoplankton adalah bagian dari komunitas mikroba yang berperan dalam mengatur kondisi kultur yang diinginkan. Selain dapat

memanfaatkan sisa nutrient, keberadaan fitoplankton juga mengurangi intensitas cahaya, memproduksi oksigen, menstabilkan temperatur serta memberikan kontribusi akan kebutuhan nutrient bagi organisme yang dipelihara. Pada tipe budidaya yang semakin beragam, model pengelolaan fitoplankton harus disiasati sehingga didapatkan kondisi ambient pada kepadatan tertentu yang merupakan ukuran ideal. Perlu disadari juga bahwa kebanyakan problem kualitas air adalah resultan dari beberapa faktor yang pada awalnya merupakan efek dari keberadaan fitoplankton yang tidak terkelola denganbaik.

2. Fitoplankton akan berada pada kondisi yang diinginkan bilamana dikelola dan dicermati berbagai fluktuasi faktor-faktor yang berpengaruh dalam pertumbuhannya. Secara umum, plankton yang berwarna hijau atau hijau kuning akan lebih mudah dipertahankan dari pada yang berwarna coklat. Pada kolam–kolam dengan tingkat salinitas sangat rendah, jenis alga hijau biru kemungkinan akan muncul. Jenis ini tidak begitu memberikan kontribusi pada kandungan oksigen terlarut dan bahkan cenderung membahayakan ikan/udang yang dipelihara.
3. Problem umum yang sering muncul pada awal-awal masa produksi adalah kematian plankton akibat kekurangan nutrien atau CO_2. Kondisi ini dapat terjadi dengan tiba-tiba dan menyisakan sedikit plankton yang masih hidup. Plankton yang mati akan menyebabkan munculnya busa dalam jumlah besar di permukaan dan juga deposit material di dasar. Pada akhir masa pemeliharaan, problem biasanya terkait dengan kepadatan yang berlebih. Jika plankton terlalu padat dan air tidak diaerasi secara terus menerus sebagian plankton akan mati karena tidak mendapatkan cahaya yang cukup. Kematian juga sering terjadi karena perubahan kualitas air yang dramatis seperti adanya hujan yang sangat lebat.
4. Untuk menjaga kondisi plankton yang stabil, perlu untuk menambahkan sejumlah nutrien, CO_2 dan cahaya. Nutrien dapat ditambahkan dalam

bentuk pupuk anorganik dengan dosis 3 – 5 ppm. CO_2 dipasok dari atmosfir, respirasi hewan piaraan, respirasi fitoplankton dan bakteri, alkalinitas serta pengapuran. Penetrasi cahaya matahari dapat ditingkatkan dengan memutar air dengan kincir atau mengurangi densitas dengan penggantian air.

5. Penggantian air adalah cara paling mudah untuk menurunkan kepadatan plankton pada kolam-kolam yang dikelola dengan sistem tertutup. Pada kolam yang menggunakan sistem tertutup, penggunaan bahan kimia lebih sering dilakukan untuk mengontrol kepadatan. Harus diwaspadai jenis, dosis serta efek dari bahan kimia tersebut apabila diaplikasikan. Pada umumnya jenis yang digunakan adalah BKC (Benzal Konium Chloride) pada dosis 0.1-0.5 ppm serta formalin pada dosis 10 - 20 ppm.

e. Pengelolaan Kelarutan Oksigen.

Kandungan oksigen terlarut merupakan parameter kualitas air utama pada pembesaran udang di tambak. Kebiasaan udang windu adalah mempunyai aktivitas pada dasar perairan. Oksigen terlarut terutama pada air dasar tambak tidak kurang dari 4 ppm. Fluktuasi kandungan oksigen terlarut sangat ditentukan kepadatan biota yang ada dalam air terutama fitoplankton dan tanaman air lainnya yang merupakan produsen primer. Untuk menjaga oksigen terlarut tetap pada kondisi yang optimal adalah dengan memanfaatan proses fotosintesa, penggunaan aerasi dengan cara pengaturan kincir air.

Kincir air diperlukan untuk :

1. Suplai O2 di air
2. Mengoksidasi permukaan dasar
3. Membuat kotoran tersuspensi dan teroksidasi di kolom air
4. Mengatur arus air dan menentukan penumpukan lumpur organik

5. Menghilangkan pelapisan air oleh suhu dan salinitas dan menghomogenkan kelarutan oksigen

f. Kebutuhan Kincir Dari Biomassa Udang.

Kincir air dipasang sesuai dengan kebutuhan minimal pada bulan pertama pemeliharaan. Pada bulan kedua pemeliharaan, total kincir harus sudah terpasang sesuai dengan target produksi berdasarkan data SR terakhir. Sebuah tambak tidak memerlukan kincir hingga produksi biomassa udang mencapai 500 kg/Ha dengan pertumbuhan normal. Kincir dapat tidak dipasang pada biomassa 700 kg/ha dengan pertumbuhan lambat. Untuk pertumbuhan tetap normal, kincir dipasang setelah biomassa > 500 kg/ha dengan perhitungan bahwa 1 kincir 1.5 HP dapat menunjang kehidupan 250 kg – 300 kg udang bila dasar tambak sudah tua atau tidak dapat dibersihkan. Satu kincir dapat menunjang kehidupan hingga 400 kg bila dasar dapat dibersihkan.

Kebutuhan kincir dari kejenuhan oksigen di air.

Berdasarkan kandungan oksigen terlarut, kincir di tambak dihidupkan hanya ½ jumlah total pada bulan ke tiga hingga ke empat apabila tingkat kejenuhan di atas 100 % jenuh. Kincir harus seluruhnya dihidupkan apabila tingkat kejenuhan hanya mencapai 50 %. Tingkat kejenuhan dihitung dengan mencocokkan kelarutan oksigen terukur (DO), salinitas, temperatur dengan tabel kejenuhan. Angka yang terukur

dibagi angka seharusnya di Tabel dan dikalikan 100 % = tingkat kejenuhan di air pada saat itu (%).

Arah kincir air harus dipasang sesuai dengan :

1. Arah pengendapan antar masing masing kincir berjarak 12 - 15 m
2. Arah pembuangan lumpur (pintu air) harus lebih besar dari 15 m
3. Kriteria pemasangan kincir yang benar

4. Tidak ada pengendapan lumpur halus di dasar tambak lebih dari 10 cm
5. Redox potensial tanah tidak mencapai – 250 mV 70 % wilayah tambak di dasar, memiliki DO minimum lebih dari 4 ppm

Penggunaan blower sebagai pemasok oksigen terlarut.

Dewasa ini telah tersedia berbagai jenis blower yang dapat dipergunakan sebagai pemasok oksigen di tambak dengan hasil kelarutan oksigen yang lebih efisien per satuan tenaga yang diperlukan sebagai penggerak mesin. Blower untuk keperluan aerasi ditambak tersedia dalam tiga bentuk umum :

1. Rotary Blower/Rootblower, merupakan blower dengan tenaga yang kuat untuk tambak/ bak dengan kedalaman > 1 m dan untuk memompa untuk jarak yang jauh serta titik yang banyak. Pada umumnya jenis ini dipakai di pembenihan atau di unit pengolahan air minum namun sangat baik untuk dipergunakan di tambak
2. Vortex Blower, alat ini berprinsip putaran cepat akan menghasilkan volume angin yang banyak, hanya kelemahannnya adalah suaranya yang bising dan tekanan yang rendah < 60 cm dalam serta jarak tiup udaranya yang terbatas
3. TurboJet, merupakan blower khusus tambak yang dapat digerakkan oleh motor listrik maupun langsung dari penggerak diesel (dengan resiko menghisap asap)

Pemasangan blower di tambak bisanya melalui pipa utama 2 inch dengan cabang sekunder 1 inch dan pipa terakhir berukuran ¾ inch. Lubang aerasi masing masing berjarak 3 m dan antar pipa terakhir berjarak 5 m. Lubang aerasi adalah pipa yang dibor dengan mata bor berukuran terkecil dan menghadap ke dasar tambak. Efektivitas blower akan lebih efektif bila di kombinasikan dengan kincir air untuk mengatur sedimentasi agar terkumpul di titik tengah. Di Thailand blower dipasang di belakang kincir berangkai sehingga udara yang dihasilkan didorong oleh kincir.

g. Pengapuran

Pengapuran dilakukan pada saat persiapan kolam. Pengapuran dilakukan jika tanah dasar kolam bereaksi masam (pH < 6,0) dengan cara dan dosis yang tepat agar tidak merugikan kehidupan ikan. Pengapuran dimaksudkan untuk meningkatkan pH tanah dasar kolam menjadi netral (pH 7,0) dan dapat berfungsi sebagai desinfektan. Dosis pengapuran harus disesuaikan dengan kondisi pH tanah dasar dan jenis kapur yang digunakan. Jenis kapur yang digunakan dapat berupa kapur sirih, kapur tohor, kapur tembok dan kapur karbonat/kapur giling. Pada Tabel 5. berikut ini dicantumkan dosis pengapuran kolam per ha.

Tabel 6. : Keperluan jumlah kapur per ha untuk meningkatkan pH tanah menjadi 7

pH Tanah	Kapur Giling (kg)	Kapur Tembok	Kapur Sirih (kg)
4,00	1690	1610	1130
4,50	1500	1430	1020
5,00	1130	1050	720
5,50	750	720	530
6,00	380	340	270
6,50	sedikit	sedikit	sedikit
7,00	-	-	-

Sumber : Demetra, E.M. System Soil Tester Tokyo, Japan
dalam Petunjuk Teknis Pengoperasian Unit Usaha Pembesaran Udang Galah.

h. Bahan Organik

Kondisi kualitas air tambak dapat diukur dengan parameter kandungan total bahan organik (TOM) atau jumlah N-organik dalam air. Peningkatan kandungan N-organik dalam disebabkan sisa pakan yang tidak dikomsumsi,

kotoran udang, kematian plankton atau tanaman air lainnya, dan bahan organic yang masuk pada saat pergantian air. Kandungan bahan organik yang tinggi lebih dari 60 ppm menunjukkan kualitas air yang menurun. Proses perombakan bahan organik tidak dapat berlangsung dengan sempurna. Kandungan total bahan organik merupakan sumber terjadinya senyawa yang dapat meracuni udang dalam proses anaerob atau reaksi reduksi. Pengukuran bahan organik dilakukan setiap minggu baik pada petak pembesaran udang maupun petak tandon. Bila kandungan air tambak mencapai 50 ppm maka perlu dilakukan penurunan yaitu dengan cara pergantian atau penambahan air dari petak tandon. Cara ini dapat dilakukan kalau petak tendon kandungan bahan organiknya lebih rendah. Cara lain adalah dengan penebaran probiotik jenis Bacillus sp dan Rodobacter sp secara rutin tiap 3 hari sekali dengan dosis 1 - 2 ppm untuk mempercepat proses penguraian bahan organik. Perlakukan lain untuk mencegah terjadinya proses tersebut dengan membuat kondisi aerob dengan mempertahankan oksigen terlarut tetap tinggi yaitu lebih dari 4 ppm. Penguraian bahan organik akan berlangsung dengan baik apabila komposisi C/N rasio dalam bahan organik tersebut lebih dari 10. Oleh karena perlu dilakukan penambahan sumber karbon (C-organik). Sumber C-organik yang digunakan adalah bahan-bahan karbohidrat seperti tepung tapioka, terigu dan lain-lain. Aplikasi bahan-bahan karbohidrat diberikan 1 - 2 kali per minggu. Dosis pemberian adalah 10% dari jumlah total protein (crude protein) dari pakan komersial yang telah diberikan. Sebagai dampak dari perlakukan ini adalah terjadinya penurunan bahan organik dan pertumbuhan plankton yang ditandai warna hijau.

i. Lumpur Dasar Kolam/Tambak

Nilai redok potensial lumpur dasar tambak menunjukkan kondisi tanah yang dapat digunakan untuk mengikuti perkembangan fenomena reaksi

kimia dan biologi dalam tambak. Dengan nilai redoks potensial yang negative menunjukkan terjadinya reaksi reduksi, yang dapat menghasilkan senyawa yang bersifat racun terhadap udang seperti senyawa sulfida (H_2S), Nitrit dan amonia. Oleh karena itu sangatlah penting untuk melakukan pengamatan lumpur dasar selama pemeliharaan untuk menentukan perlakuan. Kondisi lumpur dasar tambak selama pemeliharaan juga sangat ditentukan oleh manajemen pakan tambahan. Pengelolaan pakan harus dilakukan dengan baik. Hal ini mengingat biaya operasional untuk pakan dalam budidaya udang sangat besar. Dampak penggunaan pakan yang tidak terkontrol juga akan menyebabkan permasalahan memburuknya lingkungan tambak dan pada akhirnya dapat menyebabkan munculnya penyakit dan kematian. Pengukuran redok tanah dasar tambak dilakukan setiap 2 minggu sekali. Apabila nilai redoks sudah mencapai -100 mV menunjukan adanya reaksi reduksi yang diduga akan menghasilkan senyawa beracun nitrit dan sulfida pada pH asam dan Amonia pada pH basa. Tindakan yang dapat dilakukan bila redok potensial telah mencapai kurang -100 mV adalah dengan meningkatkan kandungan oksigen terlarut pada dasar tambak. Peningkatan oksigen terlarut dapat dilakukan dengan aerasi atau dengan pompa . Cara lain adalah dengan pengaturan pH air pada kisaran 7,8 - 8,5. Aplikasi bakteri pengurai secara rutin dapat mempercepat penguraian bahan organik pada lumpur dasar.

j. Pembuangan air pada saat pemeliharaan dan panen

Air yang keluar dari petak pemeliharaan sedapat mungkin melalui central drain atau pipa tengah agar lumpur organik dasar tambak sebagian besar dapat terbuang. Air yang mengandung sedimen akan dialirkan dalam saluran pembuangan yang memiliki lebar dan panjang tertentu yang dapat membuat arus hanya berkecepatan 3 meter/menit sehingga suspensi sempat mengendap. Untuk menghemat lahan pengendapan dapat

dilakukan dengan membuat sekat sekat 0.5 m di bawah air atau sekat zig-zag di saluran. Air dapat dialirkan langsung ke dalam petak ikan setelah diberi aerasi 1 kincir atau blower 40 watt. Air yang boleh dibuang dari petak pemeliharaan harus dikeluarkan melalui pintu monik lapisan atas, namun bila hendak diendapkan terlebih dahulu, air dapat dikeluarkan dari manapun.

k. Aplikasi probiotika

Probiotik pada umumnya didefinisikan sebagai bakteri tambahan (inokulan) yang dipakai untuk melaksanakan suatu proses enzimatis mikrobiologis tertentu. Kenyataan selanjutnya menunjukkan bahwa organisme yang melaksanakan tugas-tugas perubahan biologis juga dapat didefinisikan sebagai biomanipulator. Beberapa organisme yang dapat dikatakan sebagai biomanipulator adalah ikan herbivora (beronang/Siganus spp), ikan omnivore (ikan mujair dan ikan bandeng), ikan plankton feeder (ikan nila dan ikan belanak) dan ikan-ikan pemakan zooplankton dan udang kecil seperti wering/ seriding dan ikan keting.

Jenis probiotik

Berdasarkan jenis atau fungsinya probiotika juga dapat dikelompokkan kedalam :

a. Probiotika pengurai pupuk organik sebelum dimasukkan ke tambak
b. Probiotika pengurai limbah organik di dalam tambak
c. Probiotika yang membantu pencernaan pakan buatan di dalam tubuh udang

Probiotika secara ekonomis diperhitungkan sebagai input yang mahal, kesalahan persiapan dan penaganan hanya akan menambah biaya tanpa hasil apapun. Pemberian sebaiknya dilakukan setelah organisme probiotika

ditumbuhkan dengan maskimum sebelum dimasukkan ke air/dasar tambak.

Prosedur penumbuhan probiotika

a. Probiotika pengurai pupuk organik sebelum dimasukkan ke tambak Diperlukan untuk menumbuhkan fitoplankton secara cepat dan stabil miminum hingga 7 hari, komposisi pupuk dan probiotika yang diberikan adalah sbb :

    1. Dedak sebagai sumber karbohidrat, selulosa dan silikat
    2. Gula/tetes tebu sebagai sumber CO2
    3. Protein tepung ikan/Urea/Pakan BS sebagai sumber nitrogen dan karbon (C) sebagai penyusun protein sel probiotika
    4. Bakteri biakan (Baccillus atau Nitrobacter atau Nitrosomonas)
    5. Aerasi/ pengadukan agar proses berlangsung secara aerobic

b. Probiotika pengurai limbah organik di dalam tambak

    1. Bakteri fotosintetik bakteri Chtinioclastic, Lipolitic, Cellullolityc,
    2. Proteolitic bacteria.
    3. Molase sebagai sumber Karbon
    4. Tepung ikan sebagai sumber protein
    5. Zeolite sebagai pemberat dan pori-pori penyerap bakteri
    6. Pengadukan tanpa aerasi karena bakteri aerobik fakultatif

c. Probiotika yang membantu pencernaan pakan buatan di dalam tubuh udang

    1. Bakteri Lactobaccillus
    2. Gula dan air sebagai medium pertumbuhan
    3. Tepung ikan sebagai sumber protein
    4. Kanji sebagai medium pengikat untuk dilapisi di pakan (pelet)

MENANYA :

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah Anda lakukan, dan untuk meningkatkan pemahaman Anda tentang pengelolaan parameter kualitas air budidaya perairan, buatlah minimal 2 pertanyaan dan lakukan diskusi kelompok tentang :

1) Pengelolaan parameter kualitas air budidaya perairan yang perlu diamati agar sesuaian untuk budidaya perairan.
2) Bagaimana melakukan pengelolaan parameter kualitas air untuk budidaya perairan

MENGUMPULKAN INFORMASI / MENCOBA :

Cari informasi dari berbagai sumber (internet, modul, buku – buku referensi, serta sumber – sumber lain yang relevan) tentang teknik pengelolaan parameter kualitas air budidaya perairan!

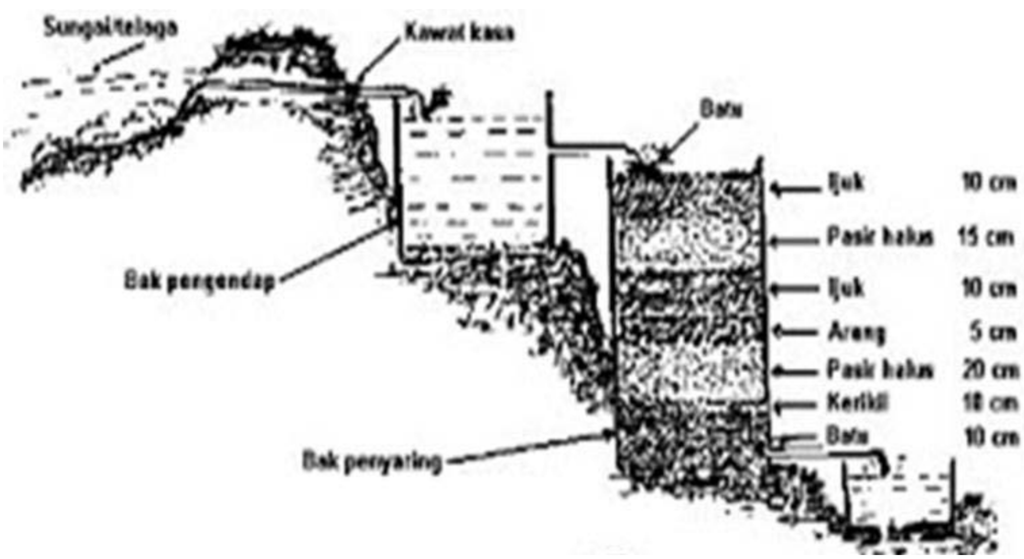
LEMBAR KERJA 1

Judul	:	Melakukan pengendalian suhu air untuk budidaya ikan pada akuarium.
Tujuan	:	Siswa dapat mengendalikan suhu air untuk budidaya ikan pada akuarium.
Waktu	:	3 JP @ 45 menit
Keselamatan kerja	:	• Kenakan perlengkapan K3 (*Wear pack, sepatu boot*) • Hati-hati dalam menggunakan bahan kimia dan peralatan yang dapat menimbulkan bahaya.
Alat dan bahan	:	
Alat	:	• Termometer • Heater (Pemanas Otomatis) • Seperangkat Aerator • Akuarium 60x40x40 cm^3
Bahan	:	• Air Bersih • Ikan
Langkah Kerja	:	

1. Siapkan peralatan dan bahan!
2. Siapkan akuarium berisi air bersih dan ikan!
3. Pasanglah aerator pada akuarium!
4. Pasanglah heater dalam akuarium putarlah tombol pengatur suhu pada 30°C!
5. Ukur suhu air setiap jam !
6. Catat suhu yang ditunjukkan pada termometer!
7. Setelah digunakan bersihkan alat-alat praktek dan simpan kembali pada tempatnya!

LEMBAR KERJA 2

Judul	:	Melakukan pembuatan filter fisika untuk budidaya ikan.
Tujuan	:	Siswa dapat membuat filter fisika untuk budidaya ikan.
Waktu	:	3 JP @ 45 menit
Keselamatan kerja	:	• Kenakan perlengkapan K3 (*Wear pack, sepatu boot*) • Hati-hati dalam menggunakan bahan kimia dan peralatan yang dapat menimbulkan bahaya.
Alat dan bahan	:	
Alat	:	• 1 buah bak penampungan • 1 buah drum bekas • 2 buah kran 1 inci
Bahan	:	• 10 kg arang • 10 kg ijuk • Pasir beton halus • Batu kerikil • Batu dengan garis tengah 2-3 cm
Langkah Kerja	:	



1. Sediakan sebuah bak atau kolam dengan kedalaman 1 meter sebagai bak penampungan.

2. Buat bak penyaringan dari drum bekas. Beri kran pada ketinggian 5 cm dari dasar bak. Isi dengan ijuk, pasir, ijuk tebal, pasir halus, arang tempurung kelapa, batu kerikil, dan batu-batu dengan garis tengah 2-3 cm.

LEMBAR KERJA 3

Judul	:	Filter dengan sistem *double bottom* pada akuarium.
Tujuan	:	Siswa dapat membuat filter dengan sistem *double bottom* pada akuarium.
Waktu		3 x 45 Menit

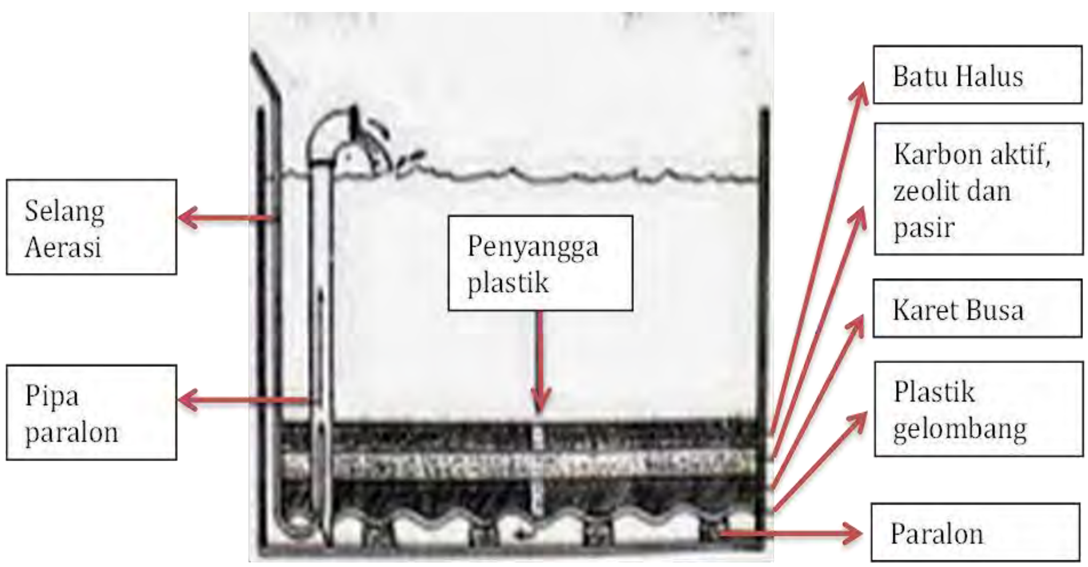
Alat dan Bahan :

- Pipa paralon
- Plastik gelombang
- Akuarium 60x40x40 cm
- Batu halus
- Arang aktif
- Zeolit
- Pasir
- Air bersih
- Aerator dan selang aerasi

Keselamatan kerja :

- Kenakan perlengkapan K3 (*Wear pack, sepatu boot,* masker, sarung tangan).
- Hati-hati dalam menggunakan bahan kimia dan peralatan yang dapat menimbulkan bahaya.

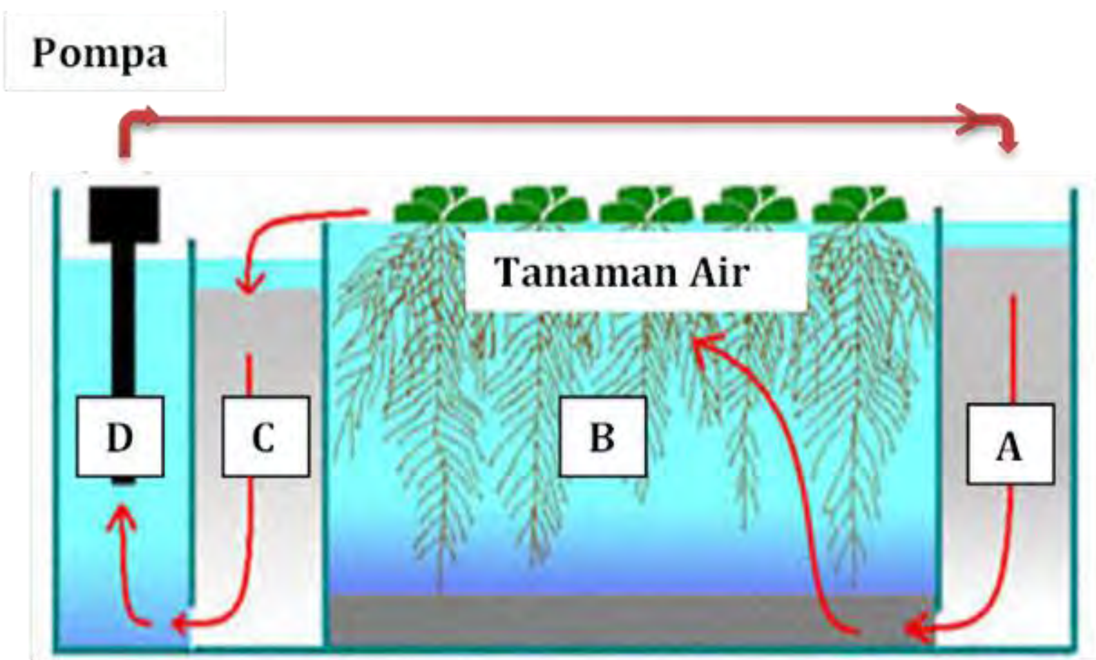
Langkah kerja :



1. Siapkan alat dan bahan
2. Siapkan akuarium ukuran 60x40x40 cm^3.
3. Pasanglah penyangga paralon dasar akuarium.
4. Pasanglah plstik gelombang yang sebelumnya diberi lubang-lubang kecil agar air dapat masuk ke bagian bawah.
5. Buatkan lubang secukup paralon bagian yang tegak, agar air bersih dapat naik ke permukaan air.
6. Pasanglah selang aerasi dan masukkan ke paralon yang tegak.
7. Masukkan karet busa seluas dasar akuarium di atas plastik gelombang.
8. Masukkan pasir, arang aktif dan zeolit yang sebelumnya sudah diaduk, di atas karet busa.
9. Terakhir masukkan batu halus di atasnya.
10. Isikan akuarium dengan air secara perlahan-lahan, agar tidak terjadi pengadukan bahan-bahan yang sudah tersusun.
11. Jalankan aerator.
12. Bila air sudah dapat keluar melalui pipa paralon yang tegak, maka filter ini sudah berfungsi dengan baik.

LEMBAR KERJA 4

Judul	:	Filter biologi dengan menggunakan tanaman Enceng gondok (*Pistia stratoites*).
Tujuan	:	Siswa dapat membuat filter biologi dengan menggunakan tanaman Enceng gondok (*Pistia stratoites*).
Waktu		3 x 45 Menit
Alat dan Bahan	:	• Pipa paralon • Akuarium 60x40x40 cm ketebalan kaca 3mm • Tanaman Eceng gondok (*Pistia stratoites*). • Air bersih • Pompa celup 5 Watt • Lembaran kaca 40cm x 40cmx 40cm 3buah
Keselamatan kerja	:	• Kenakan perlengkapan K3 (*Wear pack, sepatu boot,* masker, sarung tangan). • Hati-hati dalam menggunakan bahan kimia dan peralatan yang dapat menimbulkan bahaya.
Langkah kerja	:	



1. Siapkan alat dan bahan
2. Siapkan akuarium ukuran 60x40x40 cm^3.
3. Pasanglah lembaran kaca untuk menyekat akuarium menjadi 4 bagian.
4. Penyekat pada bagian A lebih rendah 1 cm dari pada dinding akuarium.
5. Penyekat pada bagian C lebih rendah daripada bagian A.
6. Pasanglah pompa pada bagian D dan pipa pengeluaran hubungkan ke bagian A.
7. Isikan air akuarium sampai semua bagian terisi air.
8. Masukkan tanman air pada bagian B.
9. Jalankan pompa celup.

MENGOLAH INFORMASI / MENGASOSIASI :

Berdasarkan teori dari beberapa referensi yang Anda baca, hasil informasi yang telah Anda peroleh, hasil pengamatan langsung, dan hasil pengamatan dilapang, lakukan analisis atau buatlah suatu kesimpulan tentang :

1) Manfaat pengelolaan parameter kualitas air untuk budidaya perairan!
2) Perbedaan antara teori dengan praktek/lapangan pengelolaan parameter kualitas air untuk budidaya perairan!

MENGKOMUNIKASIKAN :

Berdasarkan hasil pengamatan, pengumpulan informasi dan identifikasi serta asosiasi terhadap pengelolaan parameter kualitas air untuk budidaya perairan yang telah Anda lakukan :

1) Buatlah laporan tertulis secara individu!
2) Buatlah bahan presentasi dan presentasikan di depan kelas secara kelompok!

3. Refleksi

Setelah Anda mempelajari kesesuaian kualitas air untuk budidaya, harap jawab pertanyaan-pertanyaan berikut ini :

a.	Pertanyaan : Hal-hal apa saja yang dapat Anda lakukan terkait dengan materi kesesuaian pengelolaan parameter kualitas air untuk budidaya perairan?
	Jawaban :
b.	Pertanyaan : Pengalaman baru apa yang Anda peroleh dari materi pengelolaan parameter kualitas air untuk budidaya perairan?
	Jawaban :
c.	Pertanyaan : Manfaat apa saja yang Anda peroleh dari materi pengelolaan parameter kualitas air untuk budidaya perairan?
	Jawaban :
d.	Pertanyaan: Aspek menarik apa saja yang Anda temukan dalam materi pengelolaan parameter kualitas air untuk budidaya perairan?
	Jawaban:

4. Tugas

Berdasarkan teori dari beberapa referensi yang Anda baca, hasil informasi yang telah Anda peroleh, hasil pengamatan langsung, dan hasil praktek pengelolaan parameter kualitas air untuk budidaya perairan, maka :

1) Kemaslah data yang telah Anda peroleh tentang pengelolaan parameter kualitas air untuk budidaya perairan!
2) Buatlah suatu perencanaan pengelolaan parameter kualitas air untuk budidaya perairan sesuai dengan prosedur!

5. Tes Formatif

Kerjakan soal-soal berikut ini dengan jawaban singkat, jelas, dan benar!

a) Jelaskan teknik pengaturan suhu pada penetasan telur dan pemeliharaan benih ikan! (Skor : 20)
b) Jelaskan teknik pengaturan pH pada penetasan telur dan pemeliharaan benih ikan! (Skor : 20)!
c) Jelaskan teknik pengaturan kandungan oksigen terlarut pada penetasan telur dan pemeliharaan benih ikan! (Skor : 20)
d) Bagaimana caranya agar kandungan amoniak tidak menyebabkan kematian pada penetasan telur dan pemeliharaan benih ikan! (Skor : 25)
e) Jelaskan fungsi filter secara fisika pada budidaya perairan! (Skor : 5)
f) Jelaskan fungsi filter secara kimia pada budidaya perairan! (Skor : 5)
g) Jelaskan fungsi filter secara biologi pada budidaya perairan! (Skor : 5)

C. Penilaian

1. Sikap

a. Sikap spiritual

Petunjuk :

Lembaran ini diisi oleh guru untuk menilai sikap spiritual peserta didik. Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap spiritual yang ditampilkan oleh peserta didik.

No.	Aspek Pengamatan	skor			
		1	2	3	4
1	Berdoa sebelum dan sesudah melakukan sesuatu				
2	Mengucapkan rasa syukur atas karunia Tuhan				
3	Memberi salam sebelum dan sesudah menyampaikan pendapat/presentasi				
4	Mengungkapakan kekaguman secara lisan maupun tulisan terhadap Tuhan saat melihat kebesaran Tuhan				
5	Merasakan keberadaan dan kebesaran Tuhan saat mempelajari ilmu pengetahuan				
Aspek Pengamatan					

Keterangan :

4 : selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 : sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang - kadang tidak melakukan

2 : kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 : tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

b. Lembar Penilaian Diri (sikap jujur)

Petunjuk :

1) Bacalah pernyataan yang ada di dalam kolom dengan teliti

2) Berilah tanda cek (√) sesuai dengan sesuai dengan kondisi dan keadaan Anda sehari-hari , dengan kriteria :

SL : Selalu , apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

SR : Sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

KD : kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

TP : tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

No.	Pernyataan	TP	KD	SR	SL
1	Saya tidak menyontek pada saat mengerjakan ulangan				
2	Saya menyalin karya orang lain dengan menyebutkan sumbernya pada saat mengerjakan tugas				
3	Saya melaporkan kepada yang berwenang jika menemukan barang				
4	Saya berani mengakui kesalahan yang saya dilakukan				
5	Saya mengerjakan soal ujian tanpa melihat jawaban teman yang lain				

c. Lembar penilaian diri antar peserta didik (sikap disiplin)

Petunjuk :

Berilah tanda cek (v) pada kolom skor sesuai sikap tanggung jawab yang ditampilkan oleh peserta didik, dengan kriteria sebagai berikut :

4 : selalu, apabila selalu melakukan sesuai pernyataan

3 : sering, apabila sering melakukan sesuai pernyataan dan kadang - kadang tidak melakukan

2 : kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 : tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

No.	Aspek Pengamatan	Skor			
		1	2	3	4
1	Masuk kelas tepat waktu				
2	Mengumpulkan tugas tepat waktu				
3	Memakai seragam sesuai tata tertib				
4	Mengerjakan tugas yang diberikan				
5	Tertib dalam mengikuti pembelajaran				
Aspek Pengamatan					

2. Pengetahuan

Kerjakan soal-soal berikut ini dengan jawaban singkat, jelas, dan benar!

a) Jelaskan teknik pengaturan suhu pada penetasan telur dan pemeliharaan benih ikan! (Skor : 20)

b) Jelaskan teknik pengaturan pH pada penetasan telur dan pemeliharaan benih ikan! (Skor : 20)!

c) Jelaskan teknik pengaturan kandungan oksigen terlarut pada penetasan telur dan pemeliharaan benih ikan! (Skor : 20)

d) Bagaimana caranya agar kandungan amoniak tidak menyebabkan kematian pada penetasan telur dan pemeliharaan benih ikan! (Skor : 25)

e) Jelaskan fungsi filter secara fisika pada budidaya perairan! (Skor : 5)

f) Jelaskan fungsi filter secara kimia pada budidaya perairan! (Skor : 5)

g) Jelaskan fungsi filter secara biologi pada budidaya perairan! (Skor : 5)

3. Keterampilan

a. Lakukan pengelolaan parameter kualitas air untuk budidaya perairan, dengan ketentuan parameter sesuai dengan kebutuhan biota air yaitu.
   1) Suhu air
   2) pH air
   3) Kandungan oksigen terlarut

b. Buatlah suatu filter air agar dapat menghasilkan kualitas yang sesuai kebutuhan biota air.

III. PENUTUP

Buku Teks Bahan Ajar Siswa SMK “Pengelolaan Kualitas Air 2” ini merupakan salah satu bahan ajar berbentuk buku sebagai acuan atau referensi dalam pelaksanaan pembelajaran siswa SMK kelas X semester 2 Program Keahlian Teknologi Budidaya Perairan.

Penyusunan Buku Teks Bahan Ajar Siswa SMK “Pengelolaan Kualitas Air 2” ini mengacu pada Kurikulum 2013 Program Teknologi Budidaya Perairan baik pada konsep kurikulum, struktur kurikulum maupun silabus, dengan menggunakan pendekatan pembelajaran saintifik dan penilaian otentik. Buku teks ini bersifat fleksibel yang dapat mengarahkan pembaca untuk dapat mengembangkan metode, strategi dan teknis pelaksanaan pembelajaran secara efektif, kreatif dan inovatif, sesuai dengan kebutuhan siswa dan kurikulum 2013 yang APIK (**A**fektif, **P**roduktif, **I**novatif, **K**reatif). Diharapkan pula buku teks dan hasil pengembangan selanjutnya dapat mencapai tujuan program, selaras dengan target pengembangan buku teks dalam menunjang pelaksanaan pembelajaran yang bermutu dan tepat sasaran.

Buku Teks Bahan Ajar Siswa SMK “Pengelolaan Kualitas Air 2” ini diharapkan dapat dapt digunakan dan diaplikasikan dalam pelaksanaan pembelajaran siswa SMK kelas X semester 2 Program Keahlian Teknologi Budidaya Perairan, sehingga siswa diharapkan akan memiliki kompetensi yang menjadi tuntutan kurikulum 2013. Akhirnya buku teks ini diharapkan akan semakin *reliable* dan *applicable* untuk kegiatan pembelajaran sejenis di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan.* Kanisius, Jakarta.

Effendi, Mohamad Ichsan MI, Prof, DR, M.Sc. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pusaka Nusatama. Jakarta.

Effendi,I. 2004. *Pengantar Akuakultur*, Penebar Swadaya, Jakarta.

Gufron, H. Kordi dan Andi Baso Tancung. 2007. *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan.* PT Rineka Cipta, Jakarta.

Harmaizar dan Rosiyantin Rozalina. 2004. *Pedoman Lengkap Pendirian dan Pengembangan Usaha* CV Dian Anugrah Prakasa , Bekasi.

http://o-fish.com/Filter/FilterBiologi.htm

Jangkaru, Z. 1994. *Pembesaran Ikan Air Tawar di Berbagai Lingkungan Pemeliharaan*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Lesmana. D.S, 2001. *Kualitas Air Untuk Ikan Hias Air Tawar*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Murhananto, Ir. 2002. *Pembesaran Lele Dumbo di Pekarangan*. Agro Media Pustaka, Jakarta.

Najiyati, Sri. 2004. *Memelihara Lele Dumbo di Kolam Taman.* Penebar Swadaya, Jakarta.

Soesarsono Wijandi. 1991. *Pengantar Kewiraswastaan*. Penerbit Sinar Baru, Bandung.

Susanto Heru, 1996. *Teknik Pemijahan Ikan Ekonomis*. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.

Sutawi. 2002. *Manajemen Agribisnis*. Penerbit PT. Bayu Media dan UMM Press, Malang.

Tim Penulis Penebar Swadaya. 2008. *Agribisnis Perikanan*. Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.